This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

B 916,073

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN · LIBRARIES · 1817

THE UNIVERSITY OF MICHIGAN · LIBRARIES ·

ÉTUDE

SUR

LES CHEMINS DE FER

ÉTUDE

SUR LES

CHEMINS DE FER

ENVISAGÉS

AU POINT DE VUE MILITAIRE

PAR

J.-J. ROVEL

OFFICIER D'ARTILLERIE

CONSTANTINE
L. MARLE, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

PARIS
CHEZ GAUTHIER-VILLARS, LIBRAIRE, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55

1874

UG
345
.R87

9940268 — 190

ÉTUDE

SUR LES CHEMINS DE FER

ENVISAGÉS

AU POINT DE VUE MILITAIRE.

La guerre est une science qui met à contribution l'universalité des connaissances humaines.

Général PELET.

Longtemps avant la guerre de 1870-71, on pourrait presque dire depuis l'origine de l'application de la vapeur aux transports terrestres, les esprits clairvoyants, dans le monde civil comme dans le monde militaire, s'étaient préoccupés de l'immense et inévitable influence qu'exercerait un jour la nouvelle invention sur les choses de la guerre.

Dès le début, cette double influence industrielle et guerrière pèse sur le tracé des grandes voies.

Les ingénieurs, pas plus que les militaires, ne se laissent absorber, fasciner par le côté exclusivement industriel de la question.

Tous entrevoient, derrière l'action civilisatrice, les propriétés militaires, tous s'en préoccupent et, avec plus ou moins de hardiesse, plus ou moins de perspicacité, essaient de soulever un coin du voile.

C'est ainsi qu'on voit, sans remonter aux patriarches, des hommes d'une compétence incontestable, comme les Perdonnet (1), les Jacquemin (2), étudier avec une égale sollicitude les deux faces du problème, et mettre, en regard du prodigieux développement de la *production,* la révolution qui s'annonce dans les arts de la *destruction.*

Les guerres de Crimée, d'Italie, et d'une manière plus frappante encore, la lutte allemande de 1866, étaient venues faire la preuve et fournir la réalisation palpable de ces pressentiments.

Mais l'expérience n'était point encore assez décisive pour déterminer dans les esprits ce grand mouvement d'idées, cette révolution que nécessite, dans l'ordre intellectuel comme dans l'ordre moral, l'établissement de toute doctrine nouvelle. La guerre d'Amérique elle-même, qui, par ses proportions gigantesques, par l'audacieuse application d'une science militaire presque entièrement neuve et improvisée, aurait dû servir d'école au monde entier; cette guerre, où l'industrie avait révélé son rôle décisif dans les luttes modernes, a passé sur l'Europe comme un ouragan lointain. C'est à peine si le retentissement affaibli des grands coups portés s'est fait sentir dans quelques conversa-

(1) Perdonnet, ingénieur en chef de la ligne d'Orléans ;
(2) Jacquemin, professeur à l'école des Ponts et Chaussées,
Tous les deux auteurs d'ouvrages remarquables.

tions, dans quelques brochures, trop vite enfouies dans les bibliothèques pour l'instruction du petit nombre. L'Océan avait amorti la secousse, et la vieille Europe, rassurée pour ses œuvres vives, avait repris, sur l'oreiller de la routine, le sommeil des forts.

L'illusion devait être courte, le réveil terrible.

Le drame de 1870-71, qu'annonçaient déjà depuis longtemps, mais en vain, de sourdes et persistantes rumeurs, est venu, tout d'un coup, châtier cette confiance. Que cette lugubre épopée, que l'accumulation de nos désastres nous laissent, au moins cette fois, ses fortifiants enseignements !

On va essayer, avant d'aborder les questions plus spécialement techniques du problème, d'exposer les considérations générales qui en font une actualité dominante, pour les peuples jaloux de leur sécurité. On va montrer à quel point l'action guerrière des États, *défense* et *attaque*, se trouve intimement liée à l'usage de ce prodigieux instrument créé par la science pour les œuvres de la paix, mais que doit revendiquer à son heure le génie de la guerre.

Remarque. — Il convient d'ajouter, en vue des quelques inexactitudes de chiffres ou de citations dont notre travail n'est certainement point exempt, une réserve préventive dont on comprendra l'importance et surtout la légitimité. Il n'est pas contestable, en effet, qu'en un tel sujet, touchant à plusieurs branches de sciences où l'élaboration journalière apporte un incessant contingent de nouveautés et de modifications ; il n'est pas contestable, disons-nous, que l'écrivain ne soit inévitablement exposé au danger fort

explicable d'être débordé par la succession ininterrompue des faits. — Nous n'avons point, apparemment, échappé à cette éventualité commune, le temps a marché depuis le jour où nous avons mis la première main à l'œuvre jusqu'au moment où le lecteur nous discutera. Apporter à la dernière heure, les additions ou rectifications nécessaires nous a paru une mesure d'auteur moins opportune, qu'au fond, ce travail de *rajeunissement* de notre étude n'en eût sérieusement modifié ni la thèse ni les conclusions générales. Il nous a paru préférable d'employer simplement un procédé plus conforme à la nature des choses, et qui donnera pleine satisfaction à tout critique impartial. C'est de fixer à notre travail une *date de naissance*, à partir de laquelle notre responsabilité d'auteur réclame le bénéfice des circonstances atténuantes.

Cette date est à peu près le milieu de 1873. Tel est l'*âge* d'après lequel il est juste de nous juger.

J.-J. ROVEL

Constantine, le 9 novembre 1873.

LIVRE PREMIER.

EXPOSÉ RAISONNÉ DE LA QUESTION MILITAIRE.

§ 1er.

GUERRE DE CAMPAGNE.

A. — Formation et transport des armées.

Dans ce vaste organisme qui constitue une armée prête pour le combat, le premier élément à considérer, c'est l'homme. C'est le moteur principal de cette formidable machine. Après le *personnel* viendront les organes secondaires : animaux, matériel, munitions, vivres.

Le personnel des armées modernes est, aujourd'hui surtout, hors de proportion avec ce qu'il était il y a un siècle à peine. Là où nous voyions autrefois manœuvrer des groupes de 40 et 50,000 hommes, méthodiquement ordonnés, se déroulent au XIXe siècle, comme au temps d'Atilla, et se heurtent en d'effroyables collisions des masses de 150 et 200,000 hommes. Les armées des Turenne, des Condé, des Frédéric, dont les exploits n'en restent pas moins mémorables, seraient à peine des corps d'armée, des *unités* secondaires dans nos agglomérations ; et pour trouver dans l'histoire quelque chose de comparable, sinon comme organisation, mais comme nombre, aux armées contemporaines, il faut, passant par-dessus Napoléon, par-dessus Charles-Quint, l'empereur des Deux-Mondes, remonter jusqu'aux croisades, ou se rappeler les migrations de peuples. Ce rapprochement à travers les âges offre assurément quelque

chose de saisissant et suggère à l'esprit plus d'une réflexion dont nous livrons la méditation aux philosophes. Ce qui nous importe surtout, est de constater, en passant, les principales causes du phénomène.

Elles sont complexes ou de provenances diverses.

En première ligne, les causes organiques ou constitutives: le recrutement des armées se fait dans le pays tout entier. Les peuples font la guerre avec leurs *nationaux*. Le temps des mercenaires achetés, racolés partout, *urbi et orbi*, ce temps des *gens de guerre* faisant la guerre par métier avec aussi peu de souci des amis que des ennemis est définitivement passé. Les gouvernements qui, par routine ou par préjugés, persévèrent dans les errements de la veille, n'ont plus qu'heur et malheur à attendre de leur obstination. Le nombre et, avec lui, la force sont passés du côté des armées nationales. C'est, en effet, par la réquisition organisée des jeunes générations d'un pays, qu'on arrive forcément à ces contingents formidables qui, dans le système condamné, eussent écrasé dix fois les plus robustes budgets.

Les mêmes causes sociales, les mêmes idées démocratiques, qui ont conduit les peuples modernes au recrutement national, ont déterminé également dans les caractères de la guerre des changements radicaux. On ne se bat plus aujourd'hui pour les intérêts de tel prince, de telle famille, de telle dynastie, où, du moins, de telles entreprises ne sont plus que de rares exceptions, dont la réprobation générale, et au besoin le honteux insuccès, manquent r rement de faire justice. Elles tournent à l'échauffourée quand elles n'aboutissent aux drames les plus lamentables (1).

Les intérêts et les droits des peuples eux-mêmes tiennent désormais leur vraie place, leur place dominante, dans le monde civilisé. Les causes de rivalités et de luttes n'en sont pas moins fréquentes, il faut le reconnaître, et les apôtres de la paix universelle ne comptent malheureusement encore

(1) Qu'on se rappelle les dynasties Napoléoniennes du commencement du siècle.

que des triomphes platoniques. Mais au moins l'inévitable fléau tend à se dégager de plus en plus des souillures parasites. Les basses convoitises et les appétits de l'ambition personnelle se dissimulent, s'ils ne disparaissent tout-à-fait, derrière des mobiles d'un ordre supérieur. Et si le théâtre de la lutte s'élargit, s'il embrasse parfois un continent tout entier, comme l'Europe (1792-1815), ou comme l'Amérique (1861-1865), c'est que les problèmes soulevés sont également grandioses ; c'est que les questions soumises à la force des armes ont leurs racines jusqu'au plus profond des masses nationales, questions de nationalités, de prépondérance de races, d'intérêts commerciaux ou industriels, qui touchent à la vie même des peuples. Quoi de surprenant dès-lors que chacun s'apprête au combat, que les contingents grossissent?... Ces armées recrutées également dans la jeunesse et dans l'âge mûr, n'est-ce point le pays tout entier, qui marche dans sa conscience et dans sa force à sa propre défense, qui se lève en masse *pro aris et focis?*

Nous devons enfin, à côté et au-dessus de ces causes constitutives et poliliques des grandes agglomérations guerrières, signaler celles qui dérivent d'un ordre plus exclusiment moral. Pour être contestées, nous le savons, ou inaperçues d'un grand nombre, ces dernières n'en agissent pas d'une manière moins efficace dans le sens indiqué, dans le sens des contingents considérables. N'est-il point évident, en effet, que pour ces luttes nouvelles, pour ces conflits sanglants, où s'agitent la prospérité et l'existence même des peuples, la puissance des moyens doit s'élever à la hauteur du but et prendre des proportions auparavant inconnues? Puisqu'il est avéré qu'on ne saurait encore de longtemps éviter ces désastreuses et périodiques calamités; puisqu'en dépit des rêves humanitaires la *force* persiste à maitenir son droit et veut prononcer en dernier ressort ; n'est-il point du plus haut intérêt, pour les deux parties, qu'au moins le jugement de la force soit bien rendu et que le verdict final soit, en quelque sorte, le résultat d'une balance réelle entre les valeurs et les ressources respectives? Il faut, en un mot,

que les deux combattants appliquent, à préparer la lutte, toutes leurs facultés physiques et intellectuelles, tous leurs moyens en industrie, en finances, comme en population ; il faut que, de part et d'autre, viennent converger dans l'arène tous les éléments disponibles pour le choc décisif. C'est alors, seulement, que la force *brutale* devenue la force *organisée*, joue son rôle légitime et prononce ses arrêts suprêmes. C'est ainsi que l'adage immoral « *la force prime le droit* » cesse de triompher et d'affliger le monde. Éviter à tout prix les surprises qui ne sont qu'un ajournement funeste ; répudier l'emploi de tout agent mercenaire et marcher au combat avec toutes ses forces nationales, tels sont (et tels seront surtout dans l'avenir) les vrais principes de l'action guerrière des peuples modernes, quand la fatalité vient à les frapper du fléau.

Les considérations qui précèdent ne sont point assurément les seules par lesquelles on s'explique ce phénomène progressivement accentué des grandes armées de notre époque. Mille autres circonstances exercent, à cet égard, leur action secondaire ou indirecte. Le développement général de l'industrie appliquée aux arts militaires ; les moyens sans cesse croissants et autrefois inconnus dont on dispose pour équiper, armer et alimenter des masses toujours plus considérables (1) ; le désir enfin, qu'on a de part et d'autre, d'en finir au plus vite avec ces déplorables collisions et de viser aux grands coups. Tout cela concourt au même résultat et donne au fait qui nous frappe, le caractère irréfragable d'une évolution sociale. Partout les grands exemples abon-

(1) Comment, en effet, sans le prodigieux développement des sciences et des arts mécaniques, concevoir la possibilité de fabriquer à court délai, d'improviser même quelquefois au cours de la guerre l'habillement, l'armement, les munitions et les trains nécessaires à des armées comptant plusieurs centaines de mille hommes ? Les Américains ont donné le premier exemple de ce qui passait, avec raison, pour un tour de force gigantesque, mais le drame lamentable dn 1870 à 1871 devait ménager à la vieille Europe de bien autres surprises.

dent et le lecteur contemporain n'a que faire de citations superflues.

C'est donc avec un personnel de plus en plus nombreux que les peuples entendent désormais vider leurs querelles ; et l'appoint *des gros bataillons* devient, de plus en plus, le sérieux garant du succès. Puisse-t-il un jour jouer un rôle plus humanitaire et constituer enfin un moyen préventif assez efficace pour écarter ou tenir en échec ces calamités sanglantes!

Utopie, ou non, ce vœu n'est point la réalité et c'est avec la réalité qu'il faut compter.

Le principe ou plutôt l'axiôme précédent, une fois posé, pas n'est difficile de se rendre compte, au point de vue qui nous occupe, de l'immense et capitale influence des chemins de fer. L'histoire militaire des cent dernières années est là, toute vivante, pour nous dire ce qu'ont été les routes de terre seules et ce que viennent d'être les voies ferrées, en face de ces masses imposantes à transporter, à concentrer. Que de temps, de travaux et de préoccupations infinies ne fallait-il point à Napoléon Ier pour transporter ses 100,000 vétérans des bords de la Manche sur les rives du Danube! Le triomphe d'Austerlitz avait coûté cher! Ce fut bien pis encore, pour les 300,000 hommes que l'insatiable génie voulut lancer sur la Russie. Il fallait des semaines pour les moindres mouvements tactiques ; il fallut des mois pour entrer en ligne ; et encore ce résultat ne fut acquis qu'au prix des plus grands sacrifices d'argent et d'hommes. On peut dire que cette armée, laissant sur son passage une traînée de chair humaine, annonçait dès le début ses funèbres destinées! Si le grand homme échoua misérablement, n'est-on point autorisé à voir, dans l'insuffisance des moyens de transports et de communications, une des principales causes de son désastre? Que dire également des pénibles et dissolvantes marches des armées d'Espagne ; du dénûment permanent auquel l'absence ou l'insuffisance des routes condamnait ces malheureux corps cependant peu considérables?...

Les voies ferrées pour l'offensive.

Qu'on mette en regard, de ce passé récent, les opérations vraiment prodigieuses réalisées, grâce aux chemins de fer, aux époques plus rapprochées de nous ; on sent qu'une révolution, là aussi, s'est accomplie et qu'il s'agit d'un ordre et d'un monde nouveaux. L'Amérique précède l'Europe sur ce théâtre des grandes entreprises militaires aussi audacieusement exécutées que hardiment conçues. Concentration et transports de troupes en quelque sorte improvisés. Distances immenses franchies avec une rapidité foudroyante. Mouvements effectués sur le front d'opérations même d'une armée (ceux que Jomini appelle *la grande tactique*). Tout cela grâce à la locomotive, tout cela fait à la vapeur.

La longue guerre de la sécession (1861-1865) nous offre, de cette stratégie nouvelle, les exemples les plus accomplis, les plus dignes d'être médités. On pourrait prendre et glâner au hasard dans cette trop fameuse épopée. Lors de sa première campagne de 1863 dans l'Ouest, Grant nous montre comment, avec la combinaison judicieuse des transports maritimes et des voies ferrées, une armée de 150,000 hommes franchit plus 2,000 kilomètres en moins d'un mois (de la Virginie dans le bassin du Missisipi) et arrive presque intacte sur le théâtre des opérations (1). Avec des routes seules, six mois eussent à peine suffi. Ailleurs, c'est Sherman, traversant la chaîne des Alleghanys de l'Ouest à l'Est pour venir, en moins de vingt jours, commencer sa brillante campagne de la Haute-Géorgie (1864). Choisissons encore pour couronner le témoignage de ces quelques citations, la dernière et plus remarquable de toutes, la fameuse campagne finale de Grant dans la Virginie, sa marche habile et définitivement triomphante sur Richmond, campagne qui ne fut véritablement, entre les deux illustres adversaires (Grant et Lee), qu'une lutte de voies ferrées, une persistante surprise de communications alternativement coupées et rétablies, le

(1) Nous citerons notamment le corps de Hooker, fort de 23,000 hommes, transporté en sept jours des bords du Rapidan (Virginie) à Stevenson (Alabama). Il avait parcouru 2,000 kilomètres.

modèle, en un mot, le plus complet de ce jeu sanglant de la guerre sur l'échiquier moderne. Et notons bien, comme nous le verrons plus loin en revenant sur ces faits, que tous ces mouvements rapides, ces marches colossales brûlant le temps et la distance, se sont opérés constamment avec des armées fort considérables 100,000 à 150,000 hommes, avec des armées portant avec elles tous leurs approvisionnements, vivres et munitions, traînant, par conséquent, derrière elles des milliers de voitures d'équipages. Ce dernier point d'autant plus essentiel à signaler, qu'il y a un abîme entre la mobilité d'une armée résolue à vivre sur le pays occupé, et celle d'une armée organisée (pour les raisons qu'on va voir), de manière à se suffire à elle-même. C'est dans ces conditions et sur cette échelle grandiose, que les Américains ont inauguré l'application de l'industrie moderne à la guerre, et que ce grand peuple, dont la puissance productrice frappait le monde d'admiration, l'a étonné de son génie pour la destruction. Mais le fleuve est promptement rentré dans son lit. L'Amérique a retrouvé le calme fécond des labeurs pacifiques. Le tour de l'Europe est venu.

Les enseignements de la guerre d'Amérique n'avaient point, en vérité, trouvé le Vieux-Monde tout à fait novice sur cette grosse question de l'application militaire des chemins de fer. Les premiers essais, on peut dire les premières écoles, s'étaient déjà faites lors de nos grandes guerres de Crimée et d'Italie. Dans la première, la locomotive s'était montrée le puissant auxiliaire et l'émule du bateau à vapeur. Dans la seconde, les voies ferrées avaient joué le rôle principal et certainement décisif. C'est grâce à elles que les Français avaient pu, en dépit d'une organisation incomplète, au milieu d'une précipitation et d'un désordre trop avérés, surprendre l'armée autrichienne en flagrant délit de formation et parvenir, sans encombres, jusqu'au succès de Solférino. Mais, jusque-là, ces emprunts faits par la guerre à la nouvelle puissance mécanique, n'étaient que des emprunts de circonstance et en quelque sorte improvisés. Les études préalables, la méthode, l'économie du système, tous ces élé-

ments essentiels du problème, faisaient à peu près défaut et préoccupaient à peine les esprits les plus clairvoyants. Il fallait d'autres révélations.

Les campagnes de 1866 (Prusse-Autriche), puis de 1870-71 (Prusse-France) sont venues, coup sur coup, fournir aux puissances de l'Europe centrale, mais à la Prusse surtout, l'occasion d'entrer franchement dans la voie si largement ouverte par les États-Unis. C'est dans ces campagnes mémorables qu'on a vu réellement fonctionner, comme force organisée et sur la plus vaste échelle, la locomotive à vapeur pour le transport des armées et de leur attirail. Les grandes routes d'étapes ne figurent plus qu'à un titre secondaire dans les combinaisons stratégiques des généraux; les chemins de terre, presque uniquement réservés aux mouvements tactiques, ne servant plus, ailleurs, que d'amorces ou de débouchés aux chemins de fer. Aussi bien, voyons-nous sans surprise, le peuple qui avait devancé tous ses rivaux dans l'étude et la persistante élaboration du nouveau problème; le peuple qui n'avait cessé de consacrer les loisirs de la paix à l'organisation militaire de ses réseaux et de son matériel ferrés, à l'éducation d'un personnel propre au service de guerre (1); voyons-nous, à notre immense détriment, ce peuple avisé, recueillir le fruit de ses longs efforts et s'assurer, à défaut de la gloire, les bénéfices d'un triomphe presque inouï dans l'histoire. Il faut bien, qu'en effet, devant de tels évènements, dont la France est restée frappée comme

(1) Il faut bien remarquer, à propos de l'éducation du personnel, quels avantages décisifs la Prusse a pu trouver dans son système de recrutement et dans le principe du service obligatoire. Dès l'entrée de la nation en état de guerre, les employés de toutes les administrations, ceux des chemins de fer comme les autres se trouvent, *ipso facto*, non-seulement soldats, mais encore organisés, embrigadés, etc. La machine passe, dès-lors, d'une appropriation à une autre, sans le moindre à-coup, sans perturbations.

L'organisation militaire du service des chemins de fer en Allemagne est, du reste, aujourd'hui, chose assez connue pour qu'on puisse juger à quel point sont fondées nos observations déjà anciennes (datant de la fin de la guerre 1871).

d'un cataclysme, toutes les illusions se dissipent, tous les voiles tombent. S'il est incontestable que les Prussiens possèdent dans leur organisation militaire le premier et le principal élément de leurs succès et de leur force, il est rigoureusement exact de reconnaître que les voies ferrées ont été l'auxiliaire, l'agent indispensable, sans lequel leurs plus belles combinaisons et leurs grandes entreprises eussent été impraticables.

Sans la vapeur, sans l'aptitude remarquable, d'ailleurs, avec laquelle nos adversaires ont manié cette force industrielle, que serait-il advenu des masses préparées dans toute l'étendue de « *la profonde Allemagne* » pour l'invasion de la France? Est-ce avec les trois ou quatre routes partant de Dantzig, Thorn (sur la Vistule), de Posen (sur la Warta), de Breslau (sur l'Oder), que les contingents de la vieille Prusse, de la Poméranie, de la Prusse polonaise, de la Silésie, auraient pu, franchissant quatre grands fleuves (Oder, Elbe, Weser, Rhin) et plus de 300 lieues, parvenir sur le Rhin en moins d'un mois, et entrer en ligne au moment propice pour nous écraser? Les Prussiens avaient au mois d'août, sur la portion alors envahie du territoire français ou à proximité, près de 1,200,000 hommes comptant aux effectifs et environ 250,000 chevaux (1). Ces chiffres parlent d'eux-mêmes. Qu'on se reporte aux conditions habituelles de la circulation des armées sur les chemins de terre; qu'on songe aux mille difficultés de toutes natures qui viennent entraver sans cesse, pour de longs parcours surtout, la marche déjà si lente des colonnes: Longueur et échelonnement convenablement calculés des colonnes (un corps d'armée avec son artillerie

(1) Une publication récente (avril 1872), du *Militar-Wochen-Blatt*, donne les documents suivants :

EFFECTIF DES ARMÉES ALLEMANDES.

Au mois d'août, 1,183,389 hommes.

Dans le premier mois du siége de Paris, 1,210,000 hommes.

Au moment de l'armistice, 1,350,000 hommes et environ 250,000 chevaux, ou 1 cheval pour 4 ou 4,5 combattants.

et ses équipages sur une seule route n'occupe pas moins de 15 à 20 kilomètres). Difficultés administratives des approvisionnements et de la distribution des dépôts. Désastreuse perspective des nuées de déserteurs et de traînards. (Qui ne se rappelle, à ce propos, les 40,000 déserteurs et traînards de la grande armée, après sa traversée de l'Allemagne ? Et cependant on peut croire, avec M. Thiers, qu'étant donnés le général, les cadres et l'organisation savante de cette armée fameuse, c'était encore là un minimum). Défoncements accidentels des voies plus ou moins bien entretenues ou soudainement soumises à une circulation excessive (1).

Ces considérations et d'autres qu'on imagine aisément, démontrent, avec la dernière évidence, un fait capital. C'est que l'Allemagne, réduite aux routes ordinaires, n'eut jamais pu soulever et encore moins concentrer ses masses en temps opportun. C'est qu'au lieu de *vingt* jours, *trois* mois eussent à peine suffi pour l'entrée en ligne des trois armées (Frédéric-Charles, Prince royal, Steinmetz), dont l'action convergente fut si fatale au petit noyau français. C'est qu'enfin, un semblable délai eût certainement porté remède à quelques-unes de nos fautes et changé peut-être la face des choses ! Ce qui reste en tous cas irréfragable et constitue la leçon de l'avenir, c'est que les Allemands, malgré leur supériorité numérique, malgré leurs landwehrs et leurs landsturms, en dépit de leur dogmatisme militaire trop vanté, eussent peut-être, sans la vapeur et la locomotive, échoué misérablement. Leurs savantes et pédantesques combinaisons eussent alors essuyé le sort de cette stratégie de cabinet, chère au conseil Aulique et dont Napoléon sût, à une autre époque, faire si sommaire justice (2).

(1) Le seul passage d'un corps d'armée sur une route équivaut, pour 40,000 hommes, à une circulation dont le tonnage ne peut s'évaluer à moins de 7 à 8,000 tonnes. Qu'on juge de l'effet produit quand on songe que la circulation journalière des routes les plus fréquentées est de quelques centaines de tonnes.

(2) Citation d'un journal allemand *Wehrzeitung :* « C'est l'habileté de

Les voies ferrées pour la défensive.

Mais l'outil, dont l'emploi judicieux procure de si grands résultats dans l'action offensive, ne constitue pas une ressource moins précieuse pour la défensive. Si les voies ferrées servent à préparer la victoire ; si elles aident à tirer d'un premier succès les plus fructueuses conséquences, elles peuvent, en revanche, constituer dans la retraite d'excellents auxiliaires stratégiques ou devenir, entre des mains habiles, le refuge assuré des armées malheureuses. Ne sait-on point, en effet, que l'interruption ou le rétablissement opportun de ces voies de communication, le choix des lignes d'appui, sont autant de combinaisons fécondes dont un chef capable, mais un instant trahi par la fortune, saura tirer parfois le parti le plus imprévu? Limiter les suites d'un échec, se maintenir dans une défensive menaçante et prévenir, en tous cas, l'éventualité extrême d'un désastre. Ces divers objectifs qui s'imposent, suivant les circonstances, au général battu ou mis en retraite, ne sauraient être efficacement poursuivis qu'à l'aide des chemins de fer.

Le problème alors, pour se poser en termes assez simples, n'en est pas moins, pour une armée poursuivie, d'une exécution fort difficile. Il s'agit, en somme, de couper toute ligne conduisant à l'adversaire ou pouvant favoriser sa marche, et de se réserver sur les autres une libre et rapide circulation. On entrevoit bien qu'à de telles entreprises il faut d'autres manœuvres et une autre stratégie que celles du passé. Nous reviendrons sur ces importantes questions et nous les traiterons à leur place avec plus de détail. Ce qu'il nous suffit actuellement de constater, c'est l'indispensable utilisation du railway dans la retraite comme dans l'attaque. On peut dire qu'à cet égard, les déductions du raisonnement ont reçu des événements contemporains plus d'une confirmation décisive.

l'état-major prussien *à se servir des chemins de fer* qui a été l'élément principal des premiers succès de Wissembourg, Spikeren, Wœrth. Sans cette qualité, la machine se détraquait et tombait dans une épouvantable confusion. »

Nous choisirons toujours nos exemples sur les deux plus grands théâtres militaires du siècle. En Amérique et en France.

Nous voyons dans le dernier et suprême épisode de la guerre de la sécession, dans celui qui nous montre en présence les deux plus illustres généraux des deux parties, nous voyons Lee battu et serré de près par Grant (fin de 1863), se dérober tout-à-coup à son opiniâtre adversaire par une de ces combinaisons signalées plus haut, par un trait de génie. Le général sudiste, en effet, repoussé de choc en choc, acculé au Rappahannock, n'est plus qu'à quelques marches de Richemond qu'il faut cependant couvrir à tout prix (1). Mais on est à l'entrée de l'hiver, les opérations se relentissent et Lee, profitant d'un moment de répit, tourne, par une pointe audacieuse, la droite de l'ennemi et parvient à couper 30 ou 40 kilomètres de sa voie ferrée principale (celle de Washington à Richemond). Dans un pays comme la Virginie, pourvu d'assez mauvaises routes, auxquelles à défaut de chemin de fer, il fallait suppléer par des chemins de bois (corduroys-roads) laborieusement construits, le succès de cette opération valait une victoire; c'était au moins près de deux mois gagnés, pour se refaire, pour s'assurer un repos moins précaire pendant la mauvaise saison et pour pouvoir enfin tenter la fortune d'une seconde campagne. Le général confédéré sut même atteindre au-delà de ses espérances. Car, à ce même moment où les fédéraux croyaient tenir leur adversaire, où Grant lui-même pensait frappait le coup final, l'adversaire non-seulement leur échappe par cet habile coup de main; mais encore, joignant l'audace au calcul, tourne sa droite, s'élance vers le Nord et va, lui qu'on disait vaincu et réduit, insulter Baltimore et Washington, ravager ces riches provinces jusques-là abritées

(1) De Frédéricksbourg (sur le Rappahannock) à Richemond (sur le James-River), il y a 70 à 80 kilomètres à parcourir à travers un pays boisé et coupé des quatre rivières ou fleuves, devenus célèbres dans cette campagne : le *Mattapony*, les *North* et *Soulth-Anna*, le *Pamunkey*.

de la guerre et jeter un soudain effroi jusqu'au sein du congrès.

Ce n'était, avons-nous dit, qu'une pointe audacieuse. La cause des confédérés était perdue déjà sans recours. Un tel exemple pris entre les plus remarquables, n'en montre pas moins quels surprenants résultats on peut attendre des voies ferrées habilement maniées.

Pourquoi faut-il qu'à ces virils et à jamais mémorables enseignements, notre histoire de 1870-71 n'ait guère à offrir que la contre-partie lamentable de nos erreurs, de nos fautes et de nos malheurs ?

Surprise, quand elle aurait dû surprendre, profondément ignorante de son ennemi, quand elle en était depuis des années étudiée et percée à jour, la France a couru au combat comme à une fête, parée mais non armée ; elle en est revenue mutilée et sanglante. On ne trouvera donc, pour le sujet qui nous occupe comme pour le reste, dans les fastes militaires de cette sombre épopée, que de rares exemples d'habileté et de savoir-faire. Mais si les leçons du malheur y abondent, sachons du moins en profiter.

Les faits sont encore trop récents et connus de chacun. Nous n'insisterons que sur le plus décisif d'entre tous, celui dont on peut dire que la suite des événements a fatalement découlé comme d'une source naturelle. Nous avons nommé la capitulation de Metz.

L'Armée française, cette armée dont nous ne rappelons point, sans quelque amertume, la trop ambitieuse dénomination d'*Armée du Rhin*, après sa mésaventure de Spickeren, après la destruction de Mac-Mahon à Wœrth ; pressée de tous côtés par les masses allemandes, avait dû reculer jusque sous les murs de Metz. Mais ce n'était point encore une armée démoralisée ni battue.

Ces 140,000 français (1), soldats aguerris, forts de leur va-

(1) Je ne crois point exagérer, car après les sanglantes batailles des 14, 16, 18 août, l'armée comptait encore 130,000 rationnaires. Le chiffre de 140,000 combattants effectifs dans les premiers jours d'août est donc plutôt un minimum. Quelques documents donnent 170,000.

leur, malgré les misères du début, restaient plein de confiance dans l'avenir et comptaient bien châtier l'envahisseur. Ils comptaient sans les arrêts du destin. Dès le début même, les illusions tombèrent et on put voir que rien ne prévaudrait contre les premiers malheurs; que la fatalité nous avait saisis comme une proie. Nous n'avons point pour objet de faire la critique détaillée de ces tristes opérations, de ces alternatives de réveil et de torpeur, de ces négociations mal connues, par lesquelles un général, actuellement *sacré* par sa situation (1), n'a pu préserver notre plus belle armée de la catastrophe suprême. Notre unique intention est de signaler, parmi les fautes militaires commises selon nous aux premiers jours de cette fâcheuse concentration sous Metz, celle dont le caractère appartient à notre étude et qui eut certainement une influence capitale sur les événements ultérieurs.

Une fois l'armée réunie, en effet, dans la vallée de la Moselle, n'était-il point de la plus élémentaire prudence de prévenir toute accumulation, tout engorgement dans cet étroit couloir, d'éviter surtout de s'acculer aux murs de Metz et de prendre, au contraire, le long de la rivière, de Frouard à Thionville, le plus large développement possible? C'était d'ailleurs, et à défaut des autres considérations militaires, le seul moyen de vivre pour l'armée comme pour la place; c'était également, et là gît le point capital de notre critique, le seul moyen de conserver au moins une des trois lignes ferrées aboutissant à Metz et la plus importante de toutes (celle de Paris par Frouard). Rien de cela ne fut fait ou ne réussit. Le maréchal Bazaine fut-il la victime malheureuse d'une fortune obstinément adverse? Usa-t-il, à combattre cette terrible éventualité d'un blocus, tous ses

(1) On sait que la conduite du maréchal Bazaine, pendant son commandement en chef de l'armée du Rhin, fait, depuis plusieurs mois, l'objet d'une instruction judiciaire dont les résultats ne sont point encore publiés (juin 1873). — *Res sacra miser.* — Les droits de la critique s'arrêtent au seuil du sanctuaire de la justice.

moyens, toutes ses facultés? Ou bien, l'esprit absorbé de préoccupations étrangères, laissa-t-il sommeiller son activité et resta-t-il au-dessous de son mandat?... Ce sera le secret de l'histoire.

Quoiqu'il en soit, quelques jours s'étaient à peine écoulés depuis la concentration sous Metz, que la ville et l'armée, déçues de leurs espérances éphémères, avaient perdu toutes leurs communications ferrées avec l'intérieur, et purent désormais, sous les étreintes d'un blocus inattendu, calculer tristement le jour de la catastrophe (1). C'est en vain que l'armée sut affirmer son incontestable vigueur dans les trois batailles héroïques (Borny-Rezonville-Gravelotte); c'est en vain que, de l'aveu même de nos ennemis, il n'eut fallu à de pareilles troupes qu'un chef digne d'elles, pour briser chaque fois le cercle à demi-rompu de leurs adversaires. Tous ces sacrifices, tous ces efforts ne furent que d'inutiles épopées. Ils n'offraient plus, en effet, sachons-le constater, même au cas du succès le plus complet, que des chances bien précaires. Que serait devenue cette armée dégagée victorieusement, à la vérité, de la serre germanique, mais n'ayant devant elle d'autres routes que des voies de terre (de Metz à Verdun), ne pouvant compter sur une ligne ferrée qu'au bout de quatre ou cinq étapes (ligne des Ardennes), et par conséquent menacée d'une disette toujours plus ou moins chronique de munitions et de vivres? Cette liberté de mouvements chèrement conquise, ne fut-elle point devenue, grâce aux premières fautes commises, aussi dangereuse que le blocus, ou, qu'on nous permette le mot, n'eut-ce point été la liberté dans le désert? (Voir la note A.)

Nous ne sommes point assurément de ceux qui, après

(1) Après la terrible journée du 18 août, à laquelle le maréchal Bazaine n'avait point assisté et qu'il a qualifiée discrètement de : *Défense des lignes d'Amanvillers*, les avant-postes de l'armée française autour de Metz ne s'étendaient guère en aucun point à des distances supérieures à 5 ou 6 kilomètres. (Magny-Queuleu-Saint-Julien sur la rive droite, Moulin-Voippy-Lory sur la rive gauche).

coup et dogmatiquement, ont admis ou présenté comme *impossible* le problème de la marche des Français à travers les trois armées allemandes. Loin de nous surtout l'idée malsaine d'énumérer les difficultés de la situation comme autant de raisons *justificatives* de la conduite du maréchal Bazaine. Le désordre du début et l'absence de toutes combinaisons stratégiques qui avaient engendré cette situation resteront toujours, et c'est justice, à la charge de ceux qui avaient le pouvoir et avec le pouvoir la *responsabilité*. Mais ce qui nous paraît incontestable, ce qui est en dehors de toutes controverses rétrospectives, c'est qu'une fois toutes lignes ferrées interdites à l'armée française, une fois ces grandes artères supprimées, non-seulement comme moyens de mouvements, mais encore et surtout comme moyens de ravitaillement ; les opérations vraiment fructueuses devenaient pour cette armée excessivement aléatoires et peut-être impossibles, à moins d'un grand bonheur et d'un rare génie chez le général en chef. On sait à quel point ces deux éléments nous ont fait défaut.

Nous croyons avoir suffisamment établi, non point le principe de l'utilité des chemins de fer à la guerre, c'est une vérité qui n'a plus besoin d'apôtres, mais l'actualité progressive que donne à ce principe la pratique moderne des grands effectifs. On dirait qu'à cet égard, l'instrument s'est créé, juste à point nommé, pour répondre aux besoins du jour. Les grandes luttes dont nous avons rappelé quelques épisodes sont en effet contemporaines ou à peine précédées de l'inauguration et du développement des voies ferrées sur les deux hémisphères (1). Les Américains furent

(1) On sait que les deux inventions capitales, celles qui résolurent vraiment le problème des voies ferrées : Le *générateur tubulaire* et l'*adhérence* de la roue sur le rail, datent de 1828.

La *chaudière tubulaire* est due à l'illustre français Seguin (1828).

Le *problème de l'adhérence* déjà découvert par l'anglais Blackett, dès 1813, ne fut pratiquement et largement résolu que par Stephenson (1828). Tels sont les deux éléments qui ont fourni à la locomotion à vapeur sa puissance et sa rapidité.

même, on le sait, plus d'une fois obligés d'improviser, de créer de toutes pièces le nouveau système de locomotion. Ils le firent avec leur ténacité et leur audace accoutumées. Mais de telles opérations introduites définitivement dans la stratégie des armées modernes, ne sont-elles point le témoignage le plus décisif en faveur de nos considérations?

Après le personnel des armées, examinons dans le même ordre d'idées, le matériel et les approvisionnements en vivres et en munitions. L'accroissement des effectifs entraîne nécessairement, de ce côté, le développement ou la transformation des anciennes pratiques. L'organisation appropriée des divers services d'entretien, leur extension considérable qui impose désormais aux gens de guerre le concours obligé de l'industrie et de toutes ses ressources. Tel est le vaste sujet dont l'analyse nous intéresse également à un égal degré et fera le complément des réflexions précédentes.

B. — Transport du matériel et des munitions.

Nous parlerons d'abord du matériel de guerre proprement dit et des munitions.

Bases d'évaluation pour le matériel.

Ces deux éléments, d'ailleurs solidaires l'un de l'autre, suivent depuis quelques temps une loi d'augmentation progressive dont il serait difficile d'entrevoir le terme final. Nous ne chercherons évidemment à dresser ni statistique exacte, ni règle fixe, mais à dégager de cette incessante mobilité un certain nombre de renseignements généraux pouvant servir de points de repère.

(A). — Les armées modernes sont aujourd'hui plus nombreuses (et le deviendront encore plus dans l'avenir) qu'elles ne l'étaient il y a un demi-siècle. Admettons pour fixer les idées autour d'un chiffre, que cette supériorité d'effectifs soit du *double* environ, abstraction faite des variations de toutes natures qu'on supposera osciller autour de cette moyenne. Voilà un premier point établi, et qui entraînerait, conséquemment à lui seul, pour les équipages de guerre, pour les munitions, etc., un doublement correspondant. Deux fois plus de canons, de fusils, de cartouches, d'équipages de ponts, de pionniers, etc.; tel est, en quelque sorte, le corollaire immédiat du principe des grands effectifs. Des armées de 150,000 hommes absorbent deux fois plus que des armées de 70,000 hommes. C'est là un fait nécessaire, absolu, et qui

impose son coefficient, en dehors des considérations sur les changements d'armement et de tactique qu'on va examiner.

(B). — Les nombreux changements survenus coup sur coup dans l'armement, dans le matériel des engins de guerre, ont déterminé des modifications également profondes et presque radicales dans la tactique comme dans la stratégie.

Les anciennes règles sur les attributions et les rôles respectifs dévolus aux différentes armes, ont été complétement bouleversées. Et ce n'est point une exagération d'affirmer qu'à cet égard pas une expérience nouvelle ne laisse debout les opinions, les méthodes et les systèmes de la veille. Une notion, cependant précise et certaine, a fini par émerger de cet océan d'incertitudes ; c'est la prépondérance toujours plus considérable qu'il est reconnu nécesaire d'attribuer à l'artillerie relativement à son rôle d'autrefois. Le public militaire de tous les pays a montré sur ce point un accord remarquable. Des difficultés financières ou techniques ont pu retarder certaines puissances dans la voie si nettement indiquée par les faits contemporains. Mais aujourd'hui l'hésitation a disparu, la preuve est définitivement faite. Rien ne coûtera désormais pour s'assurer les avantages d'une artillerie puissante et nombreuse. C'est à qui se procurera, le mieux et le plus vite, en Europe, les bénéfices d'une organisation nouvelle pour les luttes de l'avenir (1). Aussi, voyons-

(1) En ce moment même (commencement de 1872), toutes les puissances européennes se livrent à des études persistantes pour l'amélioration et le renforcement de leur artillerie. Sans parler de ce que fait la France, chose inutile pour nos lecteurs, nous citerons les résultats déjà obtenus par les Anglais et les Italiens :

ANGLAIS. — Création, comme artillerie légère de campagne, d'une pièce de 8 (de Woolwich) à grande vitesse et grandes portées. Chargement par la bouche. Canon en acier fondu, fretté.

ITALIENS. — Création d'une pièce de 3 (légère), calibre de 70 millimètres, également à grandes vitesse et portées. Chargement par la culasse. Canon en bronze.

nous dans les dernières guerres, le nombre des pièces d'artillerie de campagne se chiffrer par 3 et même 3 pièces 1/2 par 1,000 hommes, au lieu de 2 pièces fixées par des règles encore récentes. Aujourd'hui, cette augmentation ne paraît même plus suffisante, tant s'est montrée décisive la redoutable action du canon bien manié. C'est avec 4 bouches à feu au moins par 1,000 hommes, qu'il faut désormais s'attendre à voir s'organiser les armées des principales puissances. Cette moyenne (1), qui n'est peut-être elle-même qu'un chiffre de transition appelé à grossir encore, doit actuellement former la base momentanée de nos évaluations.

Voilà donc, dans une période de moins de cinquante ans, le nombre des canons de bataille doublé à peu près universellement. Tout le reste s'en suit naturellement. Affûts, caissons, approvisionnements, tout le matériel, en un mot, des batteries de campagne constitue de ce fait une masse nécessairement double. Si l'on observe que chaque pièce de bataille représente à elle seule, sans compter les réserves des parcs, plus de trois voitures, on se figure l'effet considérable comme encombrement et comme poids d'une semblable augmentation. Le corps d'armée voit ainsi son convoi d'artillerie porté de 250 voitures au plus à 450; et pour une armée, le supplément obligé, toujours abstraction faite des parcs, atteint le minimum de 800 voitures (2).

(1) Le grand Frédéric voulait déjà, instruit par l'expérience de son orageuse carrière, porter l'artillerie de l'armée prussienne au chiffre, inouï pour l'époque, de 6 pièces par 1,000 hommes. Exemple remarquable de la pénétration de ce grand homme de guerre dans les choses du métier.

En France, on paraît se fixer actuellement à la moyenne de 4 pièces par 1,000 hommes (Études du Comité sur la réorganisation de l'artillerie, 1872-1873).

(2) On sait qu'actuellement chaque batterie d'artillerie légère compte 18 voitures, plus la charrette à bagages, et chaque batterie d'artillerie de réserve 22 voitures, prenons la moyenne 20.

Pour un corps d'armée de 35,000 hommes, on aurait :

A 2 bouches à feu par 1,000 hommes, 11 ou 12 batteries ou environ 240 voitures;

On peut objecter, il est vrai, qu'avec les canons rayés s'est introduit dans le matériel de campagne un allégement relatif dont il faut tenir compte ; que cet allégement ou modification de la *qualité* combat certainement, si elle ne les compense, les effets de la *quantité*. N'a-t-on point, en effet, remplacé l'ancien canon de réserve (12 de réserve), pesant près de 900 kilog., par un canon rayé de même calibre dépassant à peine 600 kilog.? Ce dernier, lui-même, n'a-t-il point cédé la place, comme pièce légère, à un calibre de poids moitié moindre ou à peu près (330 kilog. au lieu de 610 kilog.)? De telles modifications doivent donner, semble-t-il, une large marge ; et il n'est pas douteux qu'on ne puisse, contrairement aux conclusions précédentes, établir entre les deux facteurs une balance satisfaisante.

L'argument, ainsi formulé, ne serait que spécieux et surtout incomplet. S'il est incontestable, en effet, que le poids des pièces a diminué et diminuera encore par la substitution possible de l'acier au bronze, oublierait-on, qu'en revanche, le poids des munitions a suivi et poursuivra toujours, en sens inverse, une marche non moins accentuée ? Tous les projectiles oblongs pèsent actuellement le double des calibres similaires anciens (12 kilog. au lieu de 12 livres, 6 kilog. au lieu de 6 livres, etc....). Le kilogramme a partout remplacé la livre, et si l'avenir nous laisse entrevoir de nouvelles modifications, c'est toujours dans le sens de l'accroissement. Ce sont là les conséquences logiques des études assidûment poursuivies sur les propriétés de l'artillerie rayée. Utilisation plus intégrale de la puissance balistique. Conservation des vitesses initiales. Choix plus méthodique des poudres. Ces diverses données progressivement élaborées conduisent, on le sait, pour les obus à un allongement, par suite à un alour-

A 4 bouches à feu par 1,000 hommes, 22 à 24 batteries ou environ 460 voitures.

Si la nouvelle composition projetée pour les batteries de campagne (n'attribuant plus *qu'un caisson* par pièce) était adoptée, le résultat général resterait le même. La voiture supprimée à la batterie, refluerait aux parcs (1873).

dissement de plus en plus prononcés. C'est ainsi que leur forme oblongue, timidement limitée au début à deux calibres de longueurs, atteint aujourd'hui dans la pratique générale une moyenne de trois calibres et devrait même, dans les idées de quelques hardis novateurs, dépasser notablement cette limite (1). Ajoutons qu'au point de vue envisagé, les deux éléments mis en parallèle, le canon et les munitions, exercent des influences fort inégales. Là, où le premier ne figure que comme unité, les autres se comptent par centaines ; ou, en d'autres termes, le poids absolu de l'approvisionnement de campagne en projectiles dépasse sensiblement, en tout système d'artillerie, le poids de la bouche à feu (toujours compris entre soixante-dix et quatre-vingt-cinq fois le poids de l'obus). Des altérations proportionnelles de l'un et l'autre élément, en sens contraire, ne sauraient donc se compenser ; et, dans le cas actuel, c'est visiblement l'alourdissement qui l'emportera sur l'allégement.

Les conclusions précédentes restent donc entières, si elles ne sont corroborées. C'est bien à peu près par *deux* que nous voyons se multiplier l'artillerie de bataille et son matériel roulant dans les armées modernes. C'est ce coefficient *deux* qui devra s'ajouter à celui que nous avons déjà déduit de l'adoption des grands effectifs.

ases d'évaluation pour les munitions.

(c). — Les mêmes causes qui ont fait doubler le nombre des canons ont amené dans la manœuvre et l'emploi de ces

(1) On sait que nos projectiles oblongs, qui datent de la première heure, ont environ deux calibres de longueur (160 millimètres pour le 4, et 230 millimètres pour le 12). Mais les expériences nombreuses faites depuis cette époque (1858) ainsi que des données théoriques bien connues, autorisent à considérer les longueurs de deux et trois calibres comme les plus favorables au tir. Il est à présumer que les projectiles du nouveau système élaboré en France en ce moment (1872) seront conformes à ces principes. Presque toutes les artilleries d'Europe nous ont déjà devancés sur ce point. Il est également bien connu que le fameux constructeur Withnorth a obtenu de bons résultats avec des obus ayant trois, quatre et jusqu'à cinq calibres de longueur.

machines de guerre des changements non moins considérables. L'artillerie n'est plus cette arme auxiliaire dont l'infanterie pouvait à la rigueur se passer et qu'il lui est même arrivé plus d'une fois de considérer comme un embarras parasite. Le rôle de comparse, imposé par des raisons techniques ou par le préjugé, a pris fin dès la grande épopée militaire de la Révolution. Et depuis lors, on peut dire que l'artillerie, sous la double impulsion des idées nouvelles et des perfectionnements mécaniques, a conquis son rang définitif à côté de l'infanterie. Elle est devenue une arme principale, *une arme de bataille*. Cet avènement graduel, contemporain de l'introduction des fusils à tir rapide, nous fait assister, avons-nous dit, à une véritable révolution dans la tactique. Ce n'est point le lieu de discuter ici les caractères d'une réforme dont la genèse laborieuse s'accomplit chaque jour sous nos yeux. Signalons seulement quelques-unes des conséquences intéressant plus directement notre étude. — (Voir la note B, à propos de la tactique de l'artillerie.)

L'artillerie ouvre désormais le combat dans toute affaire sérieuse, et ses premiers coups sont le prélude habituel de ces canonnades prolongées, de ces engagements par *masses de feux*, auxquels nous fait assister le récit des plus mémorables batailles du siècle (1). De là, un plus grand nombre de coups tirés, une plus grande consommation de munitions. Si l'on s'en rapportait sur ce point à quelques citations

(1) Les Prussiens se sont tellement pénétrés de ce principe, dont ils sont, sinon les initiateurs, du moins les premiers vulgarisateurs, qu'ils ont changé jusqu'au nom de l'artillerie de réserve des corps d'armée. C'est pour eux *l'artillerie de corps*, une arme à part en quelque sorte, jouissant de sa pleine autonomie d'action, marchant le plus souvent en tête des colonnes et figurant comme l'organe le plus employé et certainement le plus efficace de la machine. Pour qui sait combien, dans les choses de la guerre, la forme influe sur le fonds, ce changement de dénomination ne paraîtra point chose secondaire.

Quand donc nos régiments de cavalerie s'appelleront-ils *Régiments d'éclaireurs?* Ce n'est qu'un mot, mais les mots ont leur puissance.

peut-être un peu fantaisistes de la dernière guerre (1870-71), on serait conduit à des évaluations presque surprenantes. Ne parle-t-on pas, en effet, de 150 et 200 coups par pièce pour plusieurs batteries engagées? Il y a là, visiblement, ou exagération de commentateurs trop crédules ou gaspillage de munitions. Mais, la part faite de ces intempérances d'imagination ou de ces irrationnelles *tirailleries*, il reste incontestable que les canons actuels *travaillent* incomparablement plus et plus longtemps que leurs aînés et qu'ils *dévoreront* parfois, dans un ou deux engagements, l'approvisionnement autrefois suffisant pour une campagne entière.

Les feux de la mousqueterie ont suivi, d'autre part, la même progression, la même loi d'entraînement. C'est la conséquence logique de la solidarité naturelle établie entre les deux armes. Les perfectionnements techniques comme les méthodes tactiques doivent, ici, marcher d'un pas égal et obéir à la même impulsion. Il faut même reconnaître qu'à cet égard la transition plus accentuée encore des anciens aux nouveaux fusils a déjà provoqué et provoquera, de jour en jour, dans leur emploi, des modifications plus radicales. Avec une arme dont la puissance meurtrière s'est trouvée tout-à-coup, pour la majeure partie des modèles adoptés, quintuplée et même sextuplée (1), quoi de surprenant que l'économie entière des manœuvres en ait ressenti de profondes perturbations et ne doive être incessamment remise sur le chantier? Le groupement des unités en marche; leur mode de déploiement par agglomération ou par groupes isolés; l'exécution des feux collectifs de ligne ou individuels de tirailleurs; l'urgence flagrante d'imposer à nos habitudes

(1) On évalue généralement la rapidité pratique du tir du fusil, modèle 1866, au *triple* de ce qu'elle était avec le fusil à percussion se chargeant par la bouche (7 ou 8 coups par minute pour le premier et 2 ou 2 coups 1/2 pour le second). La justesse du tir, d'autre part, paraît être en moyenne le double (36 % à 400 mètres par expérience avec le nouveau modèle, contre 15 ou 16 %). D'où l'on peut conclure que les puissances meurtrières pratiques des deux armes seraient à peu près dans le rapport de 6 à 1.

nationales de la lutte corps à corps et des charges à la baïonnette, de sages limites ou des méthodes mieux appropriées aux circonstances. Tels se présentent aux tacticiens de l'avenir quelques-uns des nombreux et importants problèmes soulevés par la transformation des armes de main, transformation qui se résume, on le sait, en deux points essentiels : *chargement de l'arme par la culasse ; réunion de l'amorce à la cartouche*, simples perfectionnements techniques dont la réalisation, longtemps méditée et permise enfin par les progrès de l'industrie, a marqué l'avènement d'une ère nouvelle.

Quoiqu'il en soit des solutions élaborées de toutes parts et déjà ébauchées sur plus d'un champ de bataille fameux, il reste avéré, pour la mousqueterie comme pour le canon, que l'emploi des feux et la consommation des munitions se trouvent considérablement augmentés. Serions-nous en mesure de fixer par des chiffres les moyennes présumables de ces consommations respectives? Il est aisé de comprendre que le terrain céderait ici sous les pas de l'observation la plus consciencieuse, et qu'en semblable matière, il serait chimérique de tenter un système d'évaluation rigoureuse. Tout y est éminemment complexe et variable. Les circonstances, le terrain de la lutte, le tempérament des combattants, etc..., toutes difficultés inévitables contre lesquelles le calcul reste impuissant, sinon inopportun. Il n'en est pas moins nécessaire, cependant, ne serait-ce que pour constituer les approvisionnements et organiser le service des parcs, d'éclairer ces obscurités d'une lumière relative, de se guider à l'aide de quelques moyennes approximatives qui soient l'expression la moins imparfaite des faits acquis et des supputations de l'avenir. C'est l'analyse de ces hypothèses qu'on va présenter.

Pour le tir de l'artillerie, l'expérience des dernières guerres nous montre, avons-nous dit, quelques exemples d'une exagération regrettable et certainement exceptionnelle. Laissant de côté ces cas excentriques qui seront, d'ailleurs, d'autant plus rares que la direction des feux sera plus intelligente,

nous arriverons à constater dans la plupart des grandes affaires et, pour des batteries diversement engagées, des moyennes de coups tirés variant de 30 à 90 coups par pièce. Admettons 50 coups par pièce comme le chiffre moyen présumable autour duquel pivoteraient les consommations de toute l'artillerie dans une journée de bataille, l'excédant des pièces fortement engagées étant, bien entendu, balancé par le déficit des pièces ayant fourni un tir faible ou nul. Le matériel roulant des batteries est composé, dans presque toutes les armées, de manière à transporter à la suite des pièces *trois*, *quatre* et même *cinq* fois ce chiffre de munitions (1). Il est évident que les parcs, c'est-à-dire les équipages roulants destinés à transporter immédiatement à la suite de l'armée un deuxième approvisionnement, première ressource en cas d'opérations actives et de manœuvres rapides, doivent avoir un chargement comparable à celui des batteries. Nous ne voyons que la plus élémentaire prudence à doter ainsi de *six* ou *huit* jours de bataille, en munitions, une armée considérable, dont les différents corps peuvent se trouver momentanément isolés, et que les nécessités stratégiques peuvent éloigner elle-même à cinq ou six jours de

(1) On sait que pour notre système actuel de 12 et de 4, les pièces sont approvisionnées, l'une à 126 coups (7 coffres de caissons à 18 coups) et l'autre à 200 coups (5 coffres modèle 58 à 40 coups). Mais ce système qui est à la veille d'être abandonné, ne sera probablement remplacé que par un autre ne devant lui céder en rien sous ce rapport. C'est ainsi que la pièce de 7 se chargeant par la culasse, premier type de nos futurs canons et représentant le *gros* calibre, se trouve approvisionnée à 30 coups par coffre au lieu des 18 coups du 12 actuel. — (Voir la note A à la fin du chapitre).

Il n'est pas sans intérêt d'observer, au moins pour les lecteurs étrangers au métier, que l'approvisionnement en munitions d'artillerie d'une armée comporte, à peu près, les formules générales suivantes :

Les batteries, réduites à leurs seules voitures, ont pour *trois* à *quatre jours de bataille*.

Les batteries, avec leurs parcs de campagne, ont pour *cinq* à *six jours de bataille*.

Ces renseignements non *contestables* faciliteront l'intelligence de certaines discussions actuellement à l'ordre du jour. — (Procès du maréchal Bazaine.)

marche de ses dépôts principaux et de ses grands parcs. Soit donc pour les parcs de campagne, un chargement correspondant à un minimum de trois jours de bataille, c'est-à-dire à 120 ou 150 coups par pièce, suivant les calibres.

Calcul récapitulatif du matériel.

Nous sommes maintenant en mesure de calculer, d'une manière un peu moins vague, le nombre de caissons et de voitures qu'exige le seul service des réapprovisionnements de l'artillerie. Pour un corps d'armée, tel que nous l'admettons en France, d'environ 35,000 hommes, on comptera 20 à 22 batteries ou 130 bouches à feu (1). Remarquons, en passant, que cette dotation ne suffirait point pour atteindre la limite des 4 bouches à feu par 1,000 hommes, signalée plus haut. Il y faut pour toute l'armée, l'appoint complémentaire de la réserve générale. Le chiffre précédent qui représente exclusivement l'artillerie affectée à chaque corps (3,7 pièces environ par 1,000 hommes), n'en répond pas moins, dans nos hypothèses certainement modérées d'approvisionnements, au chiffre énorme de 130,000 à 140,000 kilog. En supposant réalisés dans la fabrication des voitures, dans leur aménagement et leur chargement, les progrès les plus inespérés, le nombre des caissons et des chariots de service nécessaires pour le transport du poids indiqué ne saurait s'évaluer à moins de 160. Ce n'est même, qu'en portant le chargement individuel des caissons à la moyenne de 900 kilog. au lieu de la moyenne actuelle de 750 kilog., qu'il nous est

(1) Un corps d'armée à 3 divisions d'infanterie et une division de cavalerie aura comme artillerie :

Par division d'infanterie, 4 batteries, soit 12 batteries ;
— de cavalerie, 2 — soit 2 batteries ;
Réserve d'artillerie, 6 ou 8 batteries. — Total, 20 ou 22 batteries.

REMARQUE. — Le *vent* est actuellement aux corps d'armée de *deux* divisions, ce qui réduirait les nombres de batteries indiqués dans le texte. — Mais ces *variations* laissent nos raisonnements intacts (juillet 1873).

Le principe des deux divisions par corps d'armée vient d'être consacré par la loi d'organisation de notre armée (juillet 1873).

permis de présenter cette supputation *minimum*. Si l'on songe, en effet, que les voitures dont il s'agit ne constituent point un *roulage* ordinaire, mais bien un matériel de guerre exposé à tous les impédimentums de campagne et cependant susceptible d'une mobilité comparable à celle des batteries, on ne contestera point la justesse de nos observations. Ce premier point établi nous donne donc un postulatum de de 160 voitures pour le seul approvisionnement de l'artillerie du corps d'armée.

Si la marche du tir a pour le canon quelque chose d'insaisissable et de mobile qui imprime aux moyennes présentées plus haut un caractère conventionnel, combien le fait est-il plus vrai du tir de l'infanterie. Ici, l'action individuelle, plus directement engagée, exerce en toute liberté son influence perturbatrice. La passion, l'ardeur, le tempérament, en un mot, qui varie d'un combattant à l'autre, déterminent les plus capricieuses inégalités, et défient toute tentative d'observation régulière. Rien de plus ordinaire que des tireurs placés dans les mêmes conditions, voisins l'un de l'autre, et fournissant, dans leur consommation de cartouches, des écarts du simple au double et souvent davantage. Cette circonstance se rencontrera d'autant plus communément, que le tir individuel, le tir des tirailleurs, tend à dominer de plus en plus dans la tactique moderne sur le tir en ligne ou par salves. Ce changement de méthode, ainsi que nous l'avons dit plus haut, avait déjà pour conséquence un accroissement considérable dans la consommation des munitions, accroissement dont on ne peut rendre compte d'une manière plus saisissante qu'en rappelant les paroles d'un maître en ces matières, de Napoléon Ier : « Si l'infanterie, observe-t-il, prenait l'ha-
» bitude de n'envoyer en tirailleurs que ses compagnies
» d'élite, les autres perdraient l'usage du feu. Il se passerait
» des campagnes entières, sans qu'elles tirassent un seul
» coup. » Remarque judicieuse dont quelques détails ne seraient plus en harmonie complète avec les conditions actuelles, mais dont le fond reste toujours vrai et ne saurait être trop médité. La deuxième conséquence, ajoutons-nous,

de cette pratique des feux individuels est de s'opposer à toute évaluation quelque peu exacte ou d'en aggraver, du moins singulièrement, les difficultés. Aussi, ne faut-il prétendre, à cet égard, qu'à certains aperçus généraux, qu'aux renseireignements strictement nécessaires pour la constitution des parcs. Ce n'est donc point sur les résultats d'une seule bataille ou de quelques engagements isolés qu'on doit songer à établir des moyennes utilisables. L'ensemble d'une campagne entière est ici la seule base rationnelle de semblables calculs. Malheureusement, les statistiques militaires restent le plus souvent muettes et les documents les plus indispensables font défaut sur ce point, cependant si intéressant. C'est à peine si nous rencontrons, dans les auteurs contemporains, quelque observation technique, quelque chiffre incidemment jeté et parfois hasardé. C'est ainsi que nous voyons évaluée, par quelques-uns, la quantité de cartouches brûlées par les Prussiens dans la campagne de 1866, au chiffre dérisoire de 25 ou 30 par fusil. Une telle assertion, s'appliquant à une guerre où le fusil à aiguille fit son premier et fameux début, où la *pluie de balles*, lancée par le nouvel engin dans les nombreux combats de Nachod, Skalitz, Trantenau, etc., est devenue un fait historique mémorable, une telle assertion, visiblement erronée, ne saurait constituer un document sérieux. Les consommations de la campagne d'Italie (1859-60), où cependant les deux adversaires n'étaient munis que des anciennes armes à percussion, auraient atteint, s'il faut en croire un ensemble de rapports plus ou moins exact, le double de ce chiffre exigu (1).

(1) Parmi les documents du passé, citons Tempelhof, qui, d'après les résultats de la guerre de sept ans, évalue à 300 le nombre de coups nécessaires pour tuer *un* homme. Ce chiffre, loin de diminuer par la précision des armes, n'a pu, certainement, qu'augmenter en raison de nos tendances incontestables à prodiguer les feux.

Nous ajouterons que les documents, dont nous n'avons pu disposer jusqu'alors, commencent à faire leur apparition de divers côtés. Le peu que nous en avons vu ne nous porte point à modifier l'ensemble de nos supputations (juillet 1873).

Nous sommes ainsi amené, par pénurie ou inexactitude des autres sources, à faire un usage à peu près exclusif des observations recueillies dans la dernière guerre de 1870-71. Ces observations relatives à nos armées, nous montrent partout, sous les murs de Metz, au siége de Paris, comme dans les armées improvisées de la Défense nationale, le même et invariable résultat. C'est que dans toute affaire sérieuse de quelques heures, les hommes d'un bataillon engagé, *pris l'un dans l'autre* (qu'on nous passe l'expression), consomment à peu près, s'ils ne le dépassent même, leur approvisionnement *portatif* de cartouches, soit 90 cartouches (1). Sans doute, il est admissible que cette consommation considérable soit progressivement susceptible de certaines diminutions dans l'avenir. L'habitude du fusil à tir rapide, une surveillance plus énergique des cadres et surtout une plus grande proportion de soldats aguerris, toutes ces choses dont nos malheureuses armées ont plus ou moins manqué, nous autorisent certainement à présumer, pour ce chiffre, une réduction notable. Soit donc, sans trop exagérer l'influence de ces améliorations graduelles, un total approximatif de 60 cartouches brûlées dans les bataillons fortement engagés. Si nous faisons la balance de ce feu, en quelque sorte *intensif*, avec le feu modéré des troupes momentanément actives ou avec l'inaction des corps restés en réserve ou absents du champ de bataille, nous pourrons, sans tomber dans l'invraisemblance, nous arrêter au chiffre de *30 cartouches* par fusil et par bataille, comme à l'expression la moins imparfaite de la réalité observée ou présumable.

(1) Il a été constaté, notamment, que l'armée du Rhin avait consommé pendant le blocus de Metz un total de 3,600,000 cartouches. On peut évaluer à 70 ou 80,000 la moyenne des fusils disponibles du commencement à la fin dans cette armée. Or, la période envisagée comprend trois batailles (Borny, Rezonville, Saint-Privat) trois combats de sortie sérieux (Servigny, Ladonchamps, Peltre). En tenant compte des fractions de troupes engagées dans chaque affaire, on arriverait à reconnaître que cette consommation représente à peu près 20 à 25 cartouches par fusil, pour les 70,000 fusils tous engagés dans une affaire sérieuse. — (Voir la note A).

Le soldat d'infanterie porte actuellement sur lui trois fois cet approvisionnement (90 cartouches). Les mêmes considérations stratégiques, qui nous ont servi à fixer la dotation des parcs de campagne pour l'artillerie, et dont nous présenterons plus loin la discussion explicite, doivent nous conduire à des conclusions semblables pour les parcs de l'infanterie. Ils comprendront, en conséquence, un nombre de voitures suffisant pour transporter à la suite des corps, une réserve à peu près équivalente à l'approvisionnement portatif, soit 90 cartouches par fusil. Cette base une fois admise, le calcul du poids à traîner par cette partie des équipages d'un corps d'armée s'en suit immédiatement et aboutit au chiffre de 95,000 kilog. environ (1). Que le fardeau soit chargé sur charrettes ou sur caissons, il n'en constitue pas moins un écart considérable avec les trains d'autrefois, et même avec les 30 ou 40 voitures dont on avait cru, trop légèrement, pouvoir se contenter dans ces derniers temps. Ce n'est plus, désormais, avec moins de *100 caissons ou 200 charrettes* qu'on devra compter pour assurer cet important service des munitions d'infanterie.

Résumons les chiffres que nous venons de déduire pour les deux armes. L'artillerie exige, avons-nous vu, 160 caissons ; l'infanterie 100. C'est donc un total de 260 caissons qui devront constituer le parc de campagne de chaque corps d'armée ou les fractions de parc, suivant le genre d'organisation qu'on jugera convenable d'adopter. Cet effectif laisse loin derrière lui les 150 voitures (environ) auxquelles se trouvaient encore limités récemment les parcs de campagne de nos diverses armées. Et cependant, dira-t-on, rien de bien nouveau n'a surgi depuis, ni dans les idées, ni dans les faits, ni dans les pratiques militaires, ni dans l'armement, qui

(1) Admettant pour la cartouche le poids de 35 grammes qui est certainement un minimum, on a pour 30,000 fusils : 30,000 fusil $\times$ 90 $\times$ 35g = 94,500,000g. Avec une *cartouche métallique*, on atteindrait des poids de 40 et 45g. La cartouche du fusil Martini-Henry, le premier des modèles connus par la justesse, pèse 47g.

paraisse légitimer une semblable augmentation. Le rapprochement même des deux chiffres, en face d'un *statu-quo* avéré, a quelque chose d'anormal dont nos arguments ne rendent point un compte suffisant. Encombrer une armée de parcs et de convois sous prétexte de répondre à des besoins peut-être immodérés, est chose trop grave pour qu'on y cède aux impressions accidentelles ou aux emportements d'une prodigalité intempestive.

Nous n'avons point voulu présenter les conclusions précédentes sans rappeler cette vieille et invariable objection, qui, toujours malheureuse et toujours renaissante, s'élève à chaque changement, proteste à toute innovation. Mais nous sommes ici sur un terrain où les événements viennent, coup sur coup, se charger de la réplique ; où la routine écrasée par l'évidence ne compte que des tentatives malheureuses. Nous compléterons toutefois l'ensemble de nos observations par une remarque déjà formulée dans l'opinion générale et qui dissipera certainement les derniers scrupules des esprits les moins novateurs. Quelle autre guerre, en effet, plus que celle de 1870-71, a été plus féconde en plaintes amères, en récriminations, en épisodes lamentables sur la pénurie permanente ou accidentelle des munitions (1) ? A quelle époque de notre histoire militaire a-t-on vu se multiplier davantage ces regrettables exemples ; de généraux couvrant leurs hésitations ou leurs insuccès, abritant parfois leur inaction par cet invariable prétexte : « Manque de vivres, manque de cartouches? » Qui voudrait, aujourd'hui, s'exposer au retour néfaste de semblables éventualités et peser au trébuchet d'une parcimonie fatale la fortune et les destinées de la

(1) Nous ne pouvons mieux faire que de renvoyer, à ce sujet, aux graves révélations contenues dans le *Rapport adressé à l'Assemblée nationale, au nom de la Commission des marchés* (annexe de la séance du 4 avril 1873). On y trouve, entre autres informations : que l'approvisionnement total en cartouches (1866) était au début de la guerre, de 120 au plus par fusil ; qu'au 13 septembre 1870, il restait, en dehors de Paris, environ *cinq millions de cartouches* 66, confectionnées pour toute la France, etc. (V. p. 39 du *Rapport*).

France (1)? Plus clair-voyant avait été notre impitoyable ennemi. Préparée de longue main à *ce coup de force*, où nos gouvernants n'ont su avoir d'énergie que pour leur folle agression, la Prusse n'avait négligé, pour ce duel suprême, aucun des moyens, aucune des fécondes inventions de la science et de l'industrie modernes. C'est ainsi que, depuis des années, le service des approvisionnements en munitions avait nettement rompu avec les traditions d'exiguité propres à la période écoulée et s'était largement organisé sur un pied conforme aux exigences des nouvelles armes. Les parcs, avec lesquels fut conduite sa mémorable campagne, ne comprenaient rien moins, pour chaque corps d'armée (de 30,000 hommes environ), qu'un effectif de 228 voitures, réparties, comme on sait, en neuf colonnes, savoir :

Pour l'infanterie, 4 colonnes à 27 voitures chacune, soit.....	(A) 108 voitures.	
Pour l'artillerie, 5 colonnes à 24 voitures chacune, soit.....	120	—
TOTAL (2).....	228	—

(A) Outre les voitures de colonne, les régiments ont par bataillon et même par compagnie une première réserve montant à 25 cartouches par homme

(1) Il est un petit épisode de la guerre de 1866 généralement trop peu remarqué ou mal jugé sous son véritable aspect. Nous voulons parler de cette malheureuse capitulation de l'armée hanovrienne, qui, surprise par les Prussiens, acculée à Gottingue, coupée de ses communications, avant même d'être organisée ni surtout *approvisionnée*, dut se rendre à merci malgré son héroïque attitude à Langensalza. Il est avéré que le manque de munitions fut la principale cause de l'insolent bonheur des Prussiens. — Manque de munitions ! fatal et perpétuel refrain !

(2) Depuis la guerre de 1870-71, les Prussiens ont reconnu la nécessité d'augmenter les approvisionnements de l'artillerie en diminuant, par compensation, ceux de l'infanterie. D'après les derniers renseignements publiés, les colonnes d'infanterie n'auraient plus que 21 voitures au lieu de 27, et le nombre des colonnes d'artillerie serait porté de 5 à 6. — Total nouveau : 228 voitures comme l'ancien (décembre 1872).

et placées sur voitures régimentaires, réparties de la manière suivante :

1 voiture à 2 chevaux par compagnie. — Total, 4 voitures;

1 voiture à 6 chevaux par bataillon. — Total, 1 —

Soit 15 voitures *volantes* par régiment portant derrière les hommes la première réserve indiquée, de 25 cartouches par homme. — (N° 7 du *Bulletin militaire de l'Etranger*.)

Cette division de colonnes, bien supérieure à nos parcs de campagne de la dernière guerre, se rapproche d'autant plus du chiffre auquel nous sommes arrivé, que l'effectif des corps d'armée allemands (à 2 divisions d'infanterie) est un peu moindre que celui de nos corps d'armée hypothétiques (à 3 divisions). Cette organisation nous explique également comment nos ennemis pouvaient dans chaque affaire prodiguer leurs feux, tirer sans crainte de s'épuiser, le premier et le dernier coup de canon et accaparer, sans grands exploits, les bénéfices de l'*ultima ratio.*

Grand parc.

Les conclusions précédentes et les moyennes qui en dérivent conduiraient pour l'ensemble des parcs de campagne d'une armée composée de quatre corps (140,000 hommes environ) à un total de 1,000 à 1,100 voitures lourdes, total dont le chiffre s'élèverait naturellement en proportion de la quantité des charrettes substituées aux caissons. Mais cette substitution n'intéresse que la répartition du chargement ; elle laisse les poids à peu près intacts et n'a pour le moment qu'une importance secondaire. Il nous reste maintenant à parler du deuxième approvisionnement de l'armée, de celui qui, sans la suivre immédiatement et sans faire partie de ses équipages *roulants*, doit, néanmoins, se trouver constamment à sa portée et sur les lignes de communications. Nous avons nommé *le grand parc.* N'envisageant, actuellement, qu'un seul des éléments de ce grand parc, le *stock* de munitions dont il convient de le doter, quel doit être ce stock, quel sera ce poids? Nous retrouvons toujours dans cette question la même solidarité multiple de l'armement avec la tactique et surtout ici avec la stratégie : étendue du *front*

d'opérations ; longueur des *lignes d'opérations* ou éloignement de la base ; distance qu'il est prudent de laisser entre les grands parcs, les dépôts et l'armée. Tels sont, évidemment, les principales données à consulter pour la détermination des approvisionnements de deuxième ligne.

Sans entrer dans la discussion anticipée des conditions toutes nouvelles faites à la guerre moderne, nous pouvons nous borner, pour la question actuellement posée, à l'examen des résultats généraux, et, nous emparant des faits acquis, parvenir à des déductions d'une certitude suffisante. Les mouvements des armées sont désormais d'une rapidité et d'une amplitude incomparablement plus considérables. Leurs évolutions de front ou en profondeur sont plus multipliées. Les nouveaux moyens de locomotion rapide et les progrès de la science militaire, fournissent aux deux adversaires mille occasions de se tourner, de se couper et de jeter, respectivement, sur leurs derrières une perpétuelle inquiétude. Toutes ces raisons prouvent surabondamment combien il importe de veiller, dans l'avenir, à l'éloignement relatif des dépôts et des grands parcs et de tenir ces précieuses ressources en dehors d'une sphère dangereuse dont le rayon va sans cesse en grandissant. Nous avons parlé plus haut d'une distance de cinq ou six marches (100 à 120 kilomètres). Cette limite, aujourd'hui déjà raisonnable, ne sera plus bientôt, peut-être, qu'un minimum insuffisant. Quoiqu'il en soit, il ressort de cette situation que l'éloignement ainsi obligé du grand parc vient s'ajouter à toutes les autres circonstances déjà énumérées pour motiver, pour imposer une dotation considérable. Les emprunts et les réapprovisionnements des corps pourront y être, à la vérité, moins fréquents, mais les besoins du tir rapide, l'activité des opérations compenseront largement, par la *quantité*, l'intermittence devenue la conséquence nécessaire de l'éloignement. Dès-lors que plusieurs marches séparent une armée de ses grands dépôts, que les voies ferrées servant de *trait-d'union* peuvent être accidentellement coupées, que l'isolement des deux groupes persistera, parfois, durant des

semaines entières ; il nous paraît de la plus élémentaire prudence de tenir, au grand parc, une réserve de munitions au moins égale à celle que l'armée active porte immédiatement avec elle (y compris le chargement des batteries ou des hommes et celui des parcs) (1).

En nous reportant aux chiffres précédemment établis nous sommes arrivé, pour les munitions d'un seul corps d'armée, aux poids suivants :

ARTILLERIE.....	Batteries.....	140,000 k	270,000 k
	Parcs de camp...	130,000 k	
INFANTERIE(2).....	Dans les gibernes.	95,000 k	190,000 k
	Aux parcs.....	95,000 k	
	TOTAL.....		460,000 k

Soit donc, pour le grand parc d'une armée de quatre corps,

(1) Les anciennes pratiques réglementaires fixaient ainsi la répartition des munitions de l'artillerie : 1 aux batteries ; 1/2 aux parcs de campagne ; 1/2 au grand parc. Ce qui donnait, en comprenant les munitions de l'infanterie, environ *8 voitures par bouches à feu*.

Nous nous sommes arrêté à la répartition suivante : 1 aux batteries ; 1 aux parcs de campagne ; 2 au grand parc. Elle porte en y ajoutant le service de l'infanterie, le nombre de voiture par bouche à feu à la moyenne de 10 ou 11 par bouche à feu : 3 aux baiteries ; 2 aux parcs de campagne ; 5 au grand parc. Les raisons données dans le texte expliquent cette angmentation.

(2) Une décision ministérielle récente (18 novembre 1873), qui prononce la suppression du caisson léger d'infanterie à deux roues et l'adoption du caisson à quatre roues pour le même service consacre, en fait d'approvisionnements de cartouches, les principes suivants :

1° 83 cartouches portées par l'homme ;

2° 40 cartouches portées par la réserve divisionnaire, dans des voitures « *marchant à la suite des bataillons.* »

La même note évalue les voitures de chaque réserve divisionnaire à 28 ; soit 56 voitures par corps d'armée avec un stock d'une vingtaine de cartouches au parc du corps ; on voit que ces chiffres et ce système se rapprochent de nos *desideratums*.

environ quatre fois ce chiffre, 1,840,000 kilog. Tel est, en nous renfermant dans les limites à la fois les plus modérées et les plus logiques, le poids moyen des munitions qu'une grande armée doit avoir pour sa deuxième réserve. Un semblable approvisionnement n'exigerait rien moins que le chiffre énorme de 2,000 ou 2,500 voitures pour être traîné sur roues et sur voies de terre. On pressent déjà l'impossibilité d'organiser et surtout de mobiliser des convois de cette dimension. Mais sans anticiper sur les conclusions que nous présenterons plus bas, bornons-nous à constater le fait dans sa réalité aussi nécessaire qu'avérée; et ajoutons que, si l'expérience récente n'est point absolument conforme aux déductions que nous avons successivement établies, les prévisions actuelles de tous les hommes de métier nous fournissent, à cet égard, la plus entière justification. Toutes réserves faites sur les écarts nécessairement inhérents à des évaluations chiffrées en semblable matière, c'est donc avec la conviction la mieux motivée que nous présentons les résultats précédents comme l'expression la moins inexacte des consommations de métal et de poudre propres aux armées de l'avenir.

Cette revue des éléments essentiels: *personnel*, *outillage*, *munitions*, nous les a montrés successivement avec leur coefficients approximatifs d'augmentation. Les effectifs *doublés*, le nombre des machines *doublé*, leur consommation multipliée dans une proportion plus difficile à préciser, mais non moins considérable, le matériel, enfin, des équipages de pionniers, de ponts, de menus outillages, sur lequel nous n'avons point à insister, subissant, à son tour, la même loi de développement. Tels sont, dérivant de cette première analyse, les conséquences désormais inévitables du nouvel ordre des choses. Tant il y a, qu'il s'est spontanément opéré, dans les pratiques militaires, la même transition, dirons-nous, le même progrès que dans les sphères industrielles. Nous assistons ici à l'incessante conquête de nouvelles forces utilisées; nous voyons, notamment, *décupler*, en quelques années, la puissance des moyens de

transport. Et de même que les chemins de fer, remplaçant nos vieilles routes, sont venus substituer aux lourds cheminements du roulage leurs vitesses et leur traction décuples (1); de même le perfectionnement de la guerre et de son outillage est venu se mettre à hauteur du progrès général, par ses impédimentums comme par ses avantages.

(1) L'ingénieur Perdonnet traduit *en nombre ronds* et cependant d'une manière assez exacte, cette progression des moyens de transports actuellement en usage.

Une force équivalente à celle d'un cheval ordinaire transporte à peu près les poids suivants :

A dos, 100 kilog. ; par traction sur route ordinaire, 1,000 klog. ; par voie ferrée ou tramway, 10,000 kilog. ; sur canal, 40,000 kilog. — (A une vitesse de 8 kilomètres à l'heure).

C'est, *en gros*, l'expression de la vérité.

C. — Convois de vivres et équipages divers.

Les machines et leur coefficient d'absorption ne sont point tout dans une armée. Le moteur animé lui-même, les hommes et les animaux, constituent, d'autre part, un élément dont les besoins journaliers sont incomparablement plus nombreux, plus difficiles à satisfaire. Il ne s'agit plus ici d'une consommation intermittente et subordonnée aux péripéties de la lutte. L'entretien du personnel en vivres, vêtements, équipement, etc., est une nécessité de chaque jour, nécessité qui prime toutes les autres et n'admet ni trève ni relâche. Au repos comme dans l'action, sous la tente comme sur le champ de bataille, la nature organisée impose ses lois et l'alimentation doit suivre sa marche invariable. De là, cette autre et beaucoup plus pénible tâche dévolue aux généraux en chef, aux administrateurs, de mobiliser ou d'improviser des approvisionnements énormes, de lutter sans cesse avec l'imprévu et de tenir en permanence, aux flancs de l'armée, sans la gêner, des convois toujours prêts, toujours pourvus.

Nous avons prononcé le mot *improviser*. Il ne faudrait point interpréter ce terme dans un sens qui en ferait aujourd'hui une véritable métaphore. Ce serait, en effet, la moins légitime et la plus dangereuse des illusions, de supposer tout aussi praticable qu'autrefois, l'ancien système qui con-

sistait à s'épargner l'embarras des convois, à faire vivre une armée sur le territoire occupé. De semblables dispositions ou plutôt cette absence de dispositions ne saurait plus s'admettre, au moins d'une manière permanente et systématique, avec les effectifs considérables qui sont, on l'a vu, devenus la règle des campagnes actuelles. Bien que le raisonnement ait, depuis des années, conquis sur ce point le bénéfice d'une expérience répétée, nous croyons la question assez grave pour insister, nul argument ne devant être négligé quand il s'agit de prévenir des mécomptes, et, avec eux, des désastres.

Mais il est auparavant nécessaire de se rendre compte, avec quelques détails, des principales données du problème dont il s'agit. Établir la composition présumable d'une armée en hommes et en chevaux (ou animaux de bât) ; en déduire la nature et les poids approximatifs des denrées nécessaires à la consommation courante de l'ensemble ; apprécier, enfin, la proportion toujours plus ou moins notable, dans laquelle les ressources du pays occupé seront au-dessous des besoins énumérés, tel nous semble le procédé le plus rationnel, le moyen le plus sûr, d'asseoir nos déductions sur des bases solides ou aisément contrôlables.

Nous avons indiqué, plus haut, les moyennes autour desquelles pivotent les effectifs (en hommes) propres aux armées modernes, c'est-à-dire aux agglomérations combattantes formant *unité* sous la main d'un chef unique. 150,000 et 200,000 hommes nous ont paru les chiffres le plus communément visés par les puissances de premier ordre, sauf, bien entendu, les mille influences subsidiaires dérivant des circonstances, de l'aptitude des généraux, des ressources disponibles. Ces variations accidentelles réservées comme il convient, nous conserverons ici les mêmes données fondamentales. Il y manque, toutefois, un élément important jusqu'alors peu indiqué. Nous n'avons point parlé de l'effectif en chevaux ou animaux de bât. Cette évaluation complémentaire, déjà notablement aidée par les précédentes, doit s'établir par des procédés analogues, par l'examen compa-

ratif des diverses organisations d'armées nationales ou étrangères dans les guerres les plus récentes.

Le nombre total des chevaux d'une troupe organisée quelconque, comprend les catégories habituelles connues de tous. Chevaux de cavalerie, chevaux d'artillerie (batteries et parcs), chevaux des voitures d'ambulances et des nombreux services auxiliaires, tels que : Postes, télégraphes, etc. Enfin chevaux des convois de vivres ou des *Trains* proprement dits. Le coefficient propre à chaque catégorie, varie, nécessairement, avec l'espèce de troupe (corps de cavalerie ou d'infanterie), et les proportions respectives de chaque groupe dépendent, d'autre part, des ressources, du tempérament et des habitudes militaires de chaque peuple. Citons quelques exemples, d'où on puisse conclure une moyenne utilisable.

En France, d'après les principes d'organisation actuellement (1872) à l'ordre du jour, une armée de quatre corps, dont un de cavalerie, comportera, selon toute apparence (1)

	CHEVAUX	
	Effectifs réels	pour 100 hommes
Pour la cavalerie.....	26.000	17
Pour l'artillerie et les parcs.	20.000	13
Pour les ambulances et services auxiliaires.....	1.500	1
Pour les convois (mémoire).	»	»
Totaux.....	47.500	31

Soit environ *30* chevaux ou un peu plus (sans compter les

(1) Sur les quatre corps, il y a *trois corps d'infanterie* comprenant chacun :

1. — 3 divisions d'infanterie ;
2. — 1 division de cavalerie ;
3. — 20 à 22 batteries ;
4. — Equipages et convois ;

Puis *un corps de cavalerie* à 3 divisions ;

Puis enfin, une *réserve d'artillerie* de 10 ou 12 batteries et peut-être une réserve de cavalerie.

Le décompte des chevaux, déduit de cette composition, peut, assurément, varier dans de fort larges limites. Nous indiquons des *repères* moyens.

convois) par *100* hommes. L'armée du Rhin en avait *35*, tout compris. L'insuffisance relative des parcs et de l'artillerie, dont les approvisionnements et le nombre des pièces étaient notablement au-dessous de ce que nous voulons pour l'avenir, y était compensée par de fortes réserves de cavalerie.

En Prusse, si nous prenons l'organisation telle qu'elle a existé et fonctionné pour les guerres de 1866 et de 1870-71, nous trouverons les chiffres suivants : (1)

	PROPORTION DES CHEVAUX pour 100 hommes
Pour cavalerie	17
Pour l'artillerie et les parcs....	12
Total....	29

Ce qui conduirait au moins à notre effectif trouvé plus haut, bien que les Prussiens, dans l'hypothèse où nous nous sommes placé, n'aient marché qu'avec un peu plus de *trois* bouches à feu par *1,000* hommes, et ne doivent probablement point s'en tenir là.

En Amérique, enfin, pendant la guerre de la sécession (1862-65), les armées du Nord avaient généralement, pour

(1) L'organisation du corps d'armée prussien comporte, on le sait, les éléments suivants :

2 divisions d'infanterie ; 1 division de cavalerie ; une artillerie de corps.

Chaque division d'infanterie compte :

4 batteries d'artillerie ; 4 ou 5 escadrons de cavalerie (à 150 chevaux).

La division de cavalerie comprend 2 brigades ou 20 escadrons, plus une batterie à cheval.

L'artillerie de corps se compose de 6 batteries.

Le calcul de tous ces éléments donne environ : 4,500 chevaux pour la cavalerie et 3,700 chevaux pour l'artillerie, pour un corps de 35,000 hommes. En y ajoutant la cavalerie et l'artillerie de la réserve, on arrive au chiffre indiqué dans le texte. Ce résultat est, d'ailleurs, conforme aux dernières évaluations du *Militar-Wochen-Blatt*, qui indique, pour un effectif total de 900,000 hommes (après Metz et Sedan), un total de 250,000 chevaux, soit près de 26 chevaux pour 100 hommes.

l'ensemble des services, 40 à 45 chevaux pour 100 hommes (chevaux ou mulets).

Ces chiffres, comparés entre eux, abstraction faite des variations nécessairement inhérentes aux conditions de temps, de races et de ressources respectives, suffisent pour nous mettre en possession du renseignement cherché (1). C'est évidemment vers la proportion de *30 ou 35* chevaux pour 100 hommes, que tendent à converger les effectifs des diverses puissances. Loin d'être exagérés, ces chiffres ne peuvent qu'aller en croissant dans l'avenir. S'il est incontestable que l'artillerie suit une voie continue de développement, il y aurait erreur à présumer une compensation provenant de réductions plus ou moins hypothétiques de la cavalerie. Une telle mesure, dont nous savons que l'opinion publique *mal informée* se fait parfois le promoteur inconscient, ne pourrait être suggérée que par la plus irrationnelle, disons le mot, par la plus fausse interprétation du rôle désormais réservé à la cavalerie. Que ce rôle diffère profondément de ce qui constituait autrefois la principale mission des hommes à cheval ; qu'en face du feu précis et rapide des nouvelles armes, les *charges en masse*, les ouragans de cavaliers se ruant sur les chassepots, comme autrefois les chevaliers nobles sur les pauvres piquiers, ne soient plus que des utopies dangereuses ou des souvenirs légendaires ; rien de plus évident. — Cette tactique est devenue une tactique d'aventures et d'inutiles massacres (2). Ce n'est point nous qui grossirons les rangs, trop serrés encore, de ses défenseurs attardés. Mais quoi ? est-ce là tout ? et serait-ce fait du cavalier, parce que les prodiges du

(1) Si les Américains ont notablement dépassé les pratiques européennes, nombre de raisons l'expliquent : immenses espaces à parcourir ; pays riches en animaux, et surtout nécessité de traîner des convois de ***quinze et même vingt jours*** de vivres, comme nous l'observerons plus loin.

(2) Les fameuses charges des cuirassiers à Reischoffen, des cuirassiers et lanciers de la garde à Rézonville, des chasseurs et hussards à Sédan, n'ont été que d'inutiles et sanglantes tragédies. Le désespoir seul, ou un héroïsme irréfléchi, seront leur excuse devant l'histoire.

choc lui sont interdits? N'est-il point un autre et plus vaste champ d'action, où la guerre nouvelle pourra, moins que jamais, se passer de lui, et saura lui ouvrir une plus pénible, mais plus glorieuse carrière? Que le cavalier *féodal* sache seulement en prendre son parti; qu'il se transforme résolument en *cavalier éclaireur*, qu'il devienne l'homme des *Raids* audacieux, des coups de main hardis, sur les flancs, sur les derrières de l'ennemi. — Les mouvements tournants, les chemins de fer à couper, etc... Voilà sa tâche future. — A lui de la développer et d'être, en un mot, véritablement le gardien, l'*œil* de l'armée. Qui donc, alors, parlera de réduire la cavalerie?

Serait-ce le moment, où toute manœuvre, toute évolution tactique grandissent en proportion de la portée des feux et de l'ampleur des moyens, qu'on choisirait pour amoindrir ou reléguer au second plan l'arme rapide, l'arme évolutive par excellence? Un tel anachronisme nous paraît, en vérité, peu probable et nous restons, quant à nous, convaincu que le développement progressif constitue, peut-être, la plus urgente des nombreuses réformes réclamées par la cavalerie. Si nous insistons, c'est moins pour répondre aux jugements téméraires, aux déclamations à courte vue, dont les hommes de métier savent faire justice, que pour réfuter l'opinion récemment émise par un général illustre, dont le jugement s'est, assurément, trop inspiré du cas particulier au détriment du cas général. Le commandant de l'armée du Nord (1870-71) ne demanderait, comme proportion normale, qu'un cavalier pour 20 hommes. Nous laissons à chacun le soin d'apprécier dans quelle mesure les circonstances exceptionnelles avec lesquelles le général Faidherbe s'est trouvé aux prises, ont pu influer sur cette évaluation. Des troupes improvisées, une cavalerie novice et, partant, peu utilisable; un moral affaibli par la mauvaise fortune de nos armes; c'en est assez pour expliquer l'exiguité du chiffre. Mais l'exception n'est point la règle. Et nous croyons, en présumant, conformément aux données précédentes, *un* cavalier pour 7 ou 8 hommes, présumer la réalité, surtout la réalité de l'avenir.

Si nous excluons, dès-lors, les chevaux des convois, dont on supposera, d'ailleurs, les approvisionnements mis en surcharge sur les convois eux-mêmes, nous arriverons, comme effectif moyen en animaux dont il faudra traîner les vivres, au chiffre de 35 pour 100 hommes, soit environ *un tiers* des hommes.

Telles sont les bases sur lesquelles il faut calculer le poids des réserves de vivres : 150,000 hommes et 50,000 chevaux ou animaux.

La ration de campagne du soldat français, malgré l'arrêté d'un tarif officiel, varie à peu près pour chaque guerre, et pour chacune des armées opérant pendant la même campagne. Ces modifications, toujours peu considérables d'ailleurs, n'ont rien que de fort naturel. Elles sont la conséquence obligée des ressources disponibles, du climat sous lequel on opère, et de la somme de travail exigée du soldat.

Il est clair que l'alimentation ne saurait avoir été la même au Mexique et sur les bords du Rhin, sur les côtes de Crimée et sous le soleil de l'Algérie. Les éléments fondamentaux restent cependant invariables ; c'est d'eux que nous déduirons, moyennant quelques additions, le poids moyen de la ration. (1) Il oscille généralement, à l'étranger comme chez nous, entre 1,100 et 1,200 grammes.

(1) On citera quelques types de rations françaises et étrangères :

NATURE DES DENRÉES.	TYPES FRANÇAIS			Prusse.	Angleterre	Amérique.	Italie.
	1	2	3				
Pain	750 g	750 g	750 g	750 g	677 g	625 g	750 g
Viande fraîche	250	300	»	500	340	566	300
Lard	»	»	200	»	92	»	»
Riz	60	»	60	160	60	80	120
Légumes secs	60	60	60	»	227	»	»
Sel	17	17	17	»	»	30	15
Café	16	16	16	24	16	54	15
Sucre	21	21	21	»	37	60	20
Vin	»	»	25	»	»	»	25
Eau-de-vie	»	»	»	»	»	»	»
	1.174 g	1.164 g	1.149 g	1.434 g	1.449 g	1.415 g	1.245 g

Ajoutons que les modifications de la ration, faites suivant les lieux et les cir-

La ration du cheval ne varie pas moins, non-seulement pour raison de taille et de service, mais encore par suite de substitutions ou de remplacements (1). Elle peut aller, suivant les cas, changeants à l'infini, de 8 à 20 kilogrammes. Nous admettrons le chiffre de *10* kilog. pour nos supputations, nous fondant, pour abaisser aussi notablement la moyenne, sur cette considération : que le plus souvent en campagne, l'avoine seule et une partie de l'aliment herbacé se transportent, le reste devant se demander à la pâture volante ou aux réquisitions journalières.

Pour combien de jours de vivres est-il prudent ou plutôt est-il rigoureusement nécessaire d'approvisionner une armée? Combien de rations doivent être traînées par ses convois, ou tenues constamment disponibles dans le rayon des opérations actives? Grosse et magistrale question qui touche au cœur même de la science militaire. Si l'on songe, en outre, qu'il ne s'agit point seulement d'établir un chiffre en bloc, qu'il faut également résoudre cet autre et délicat problème de la répartition du stock, soit sur les équipages généraux, soit sur les charrettes à la suite des corps, soit dans les sacs des hommes, on comprend à quelles difficultés multiples et surtout à quel arbitraire la solution reste nécessairement exposée. Mais si l'*absolu* nous est ici plus que jamais interdit, nous pouvons tirer des faits accomplis et du raisonnement quelques données préventives et conjurer, au

constances et surtout, dans des limites plus larges qu'aujourd'hui, constitueraient une pratique à laquelle toute l'armée applaudirait. — Nous renvoyons à l'intéressante déposition du général Davoust d'Auerstædt devant la Commission des marchés. (Séance du 7 mars 1873).

(2) Rations moyennes du cheval de guerre (types divers) :

	1	2	3	4
Foin.....	6k	8k	»	»
Paille.....	4k	»	16k	»
Avoine.....	4k	4k	4k	8k
TOTAL...	14k	12k	20k	8k

moins pour l'avenir, les désastreux effets de l'imprévoyance ou de l'encombrement.

Rappelons les conditions les plus habituelles dans lesquelles on a vu opérer les grandes armées de notre époque. Le corps ou le noyau principal se déployant à 5 ou 6 marches au moins en avant de ses grands dépôts. Les *fronts d'opérations* se dilatant ou se contractant, suivant l'éloignement de l'ennemi ou l'imminence d'un engagement, mais pouvant aller de *10 ou 15* kil. à des étendues de *80*, *100* et même *150* kilom. (1) Quelques lignes ferrées devant, il est vrai, relier les derrières à la tête ou aux ailes ; mais le service dévolu à ces lignes se trouvant toujours tellement complexe et chargé (transports d'hommes, évacuation de blessés, munitions, matériel, etc.) qu'il ne faudra, quant aux vivres, compter sur cette ressource qu'avec la plus extrême réserve. L'ensemble de ces motifs nous conduit à évaluer la masse des approvisionnements immédiatement disponibles à la suite de l'armée à un minimum de *8 jours de vivres.* (2) C'est aussi le chiffre que nous avons vu le plus souvent figurer dans les organisations européennes les plus récentes. Les Américains, seuls, l'ont presque toujours dépassé de quantités fort notables. C'est ainsi que nous citerons l'armée de Potomac (1862), l'armée de Grant (1864-65), traînant à leur suite, pendant toute une campagne, d'immenses convois chargés de *15 et 20* jours de vivres. — Mais cette proportion, qu'exigeait peut-être le tempérament de l'Américain et dont les difficul-

(1) L'armée de Frédéric-Charles, opérant contre l'armée de la Loire, et se tenant reliée aux Prussiens de l'Est, n'a pas occupé, un instant, un front de moins de 50 lieues. Mais c'était après Sédan et Metz. — Au début de la guerre, alors que les Allemands avaient déjà obtenu les deux importants succès de Wœrth et de Spicheren, la masse de leurs trois armées occupe, dans sa marche vers Metz, un front qui varie de 70 à 80 kilomètres. — La troisième armée, en particulier, qui poursuit Mac-Mahon, ne s'est jamais dilatée, jusqu'à Sédan, au-delà de 30 à 40 kilomètres. — *(Guerre franco-allemande du grand Etat-Major prussien).*

(2) Le général Davoust, déjà cité, demande 10 jours de vivres aux réserves générales de l'armée. (Déposition devant la Commission des marchés).

tés n'intimidaient point l'audacieux génie de ces hommes de guerre improvisés, doit être considérée, pour nous, comme exagérée. Il est clair, en outre, que la constitution militaire et géographique de la vieille Europe, avec ses réseaux de places fortes à mailles plus serrées, avec sa population spécifique généralement plus considérable, avec ses théâtres d'opérations moins étendus et mieux reliés entre eux, il est clair, disons-nous, que cette différence de conditions doit nous imposer d'autres règles et une plus grande modération. Une moyenne de *8 jours de vivres* nous paraît, en conséquence, une réserve raisonnable, susceptible de procurer à l'armée fractionnée ou prise en masse, toute la sécurité, toute l'aisance de mouvements nécessaire.

Cette réserve se répartit sur les voitures des convois et dans les sacs des hommes. Suivant quelle proportion? D'après quels principes? Jusqu'alors, nous voyons la plupart des systèmes converger vers une tendance uniforme. Charger les hommes le plus possible, dans la limite des forces humaines, pour diminuer d'autant les équipages et conjurer le fléau si redouté à la guerre des encombrements et des convoyeurs. L'idée est excellente, et nous y souscririons sans réserve, s'il n'était avéré qu'on en a, le plus souvent, forcé les conséquences et compromis les réels bénéfices. N'est-ce point, en effet, la plus dangereuse méthode que de surcharger le soldat, de le *river* en quelque sorte à ses vivres, et d'absorber ainsi la meilleure partie de ses forces, sous prétexte de les entretenir? Méthode doublement condamnable, ajouterons-nous, car le résultat même qu'elle promet s'évanouit à l'épreuve, et l'imprévoyance trop constatée du soldat manque rarement de déjouer les combinaisons de cette intempestive prévoyance. Pénétré d'une répugnance instinctive pour le fardeau exagéré qu'on lui impose, plus soucieux de sa liberté d'allures que des conseils de la prudence, il a hâte de s'alléger. C'est alors qu'on voit trop souvent se dissiper par le gaspillage, par la consommation anticipée, par l'abandon même, des ressources précieuses maladroitement réparties.

Si l'on joint à ces considérations l'ensemble des conditions

nouvelles faites à la guerre moderne, l'ampleur des champs de bataille, accrue en proportion des effectifs, l'étendue et la rapidité des évolutions tactiques, les fréquents déploiements en tirailleurs, la thèse que nous soutenons trouvera peu d'adversaires.

Nous repoussons, non-seulement, pour nos troupes d'Europe, ces chargements insolites, usités par les Américains du Nord, dans la guerre de la sécession, ces approvisionnements de 6 et 8 jours de vivres portés par les soldats de Grant et de Shermone; mais nous trouvons également inadmissibles les *quatre jours* dont on semble vouloir faire, chez nous et chez nos voisins, la pratique habituelle. Tous ces chiffres causent un surcroît de charge notable, excèdent les forces physiques de l'homme, et paralysent, surtout chez les Français, les plus belles facultés du soldat, la mobilité, l'agilité. (1) Persévérer dans cette voie serait faire le sacrifice du certain pour l'incertain, *lâcher la proie pour l'ombre.* — Nous voulons des approvisionnements suffisants; nous appelons de tous nos vœux sur ce service capital des armées la plus grande prévoyance, la plus constante sollicitude et, comme soldat, nous applaudirions même à une certaine largesse, dont on recueillerait, dans la vigueur des troupes, une récompense méritée. Que de grands et décisifs succès maintes fois préparés par la pratique oppor-

(1) Les Américains du Nord avaient habituellement dans le sac huit jours de vivres, ce qui portait leur chargement normal à 35 kilog., 2 kilog. de plus que les grenadiers de la garde du premier empire, qui étaient cependant des troupes d'élite.

Avec les quatre ou cinq jours de vivres habituels, la charge de nos soldats atteint encore 31 kilog. C'est trop pour la plupart de nos hommes d'infanterie. Il y faut une réduction qui abaisse ce chiffre au moins de 3 ou 4 kilog., résultat qu'on obtient en limitant à deux jours la réserve du sac. Il serait sage de s'arrêter à la limite maximum de 28 kilog., en raison des hommes de petite taille et des marches nombreuses du champ de bataille.

C'est avec des charges exagérées, qu'on est arrivé à compromettre la mobilité proverbiale du soldat français, à nous habituer à cette *marche de tortue* qui nous faisait faire 8 kilom. par jour dans la campagne d'Italie, à inspirer enfin, à nos ennemis, une confiance trop justement fondée !

tune des distributions supplémentaires !.... Mais, si c'est là le nerf de la guerre, avec quel discernement, avec quelle mesure ne doit-on point en calculer la conservation et la consommation ? Ne serait-ce point, précisément, manquer à cette rigoureuse prudence, que d'en confier une notable portion à la sauvegarde hypothétique du soldat ? N'irait-on point, de la sorte, pour s'épargner quelques voitures, courir le double danger de fatiguer l'homme *d'abord*, *puis* de laisser son sac vide ?

Nous considérons en conséquence la moyenne de *deux jours de vivres* comme la limite de la portion *portative* des rations de réserve. Le reste, soit environ *six jours*, sera transporté sur les convois qu'il sera sage, d'ailleurs, d'organiser comme l'ont fait déjà plusieurs puissances (les Prussiens notamment) sur un mode mixte : quelques charrettes suivant immédiatement les corps ; les autres voitures formant la masse des convois (1).

Quoiqu'il en soit, il nous devient facile de calculer le poids total approximatif des vivres ainsi traînés sur matériel roulant. Nous avons vu, plus haut, que la ration journalière ressort, en poids, pour l'homme à *1,100* grammes, pour le cheval à *10* kil. Une armée de *150,000* hommes, comportant un nombre de chevaux à peu près égal au tiers de son effectif (abstraction faite des animaux des convois), soit 50,000 chevaux, on obtient les chiffres suivants :

Pour 150,000 hmes, 6 jours de vivres : $150{,}000 \times 6{,}6^{k} = 990{,}000^{k}$ (2)
Pour 50,000 chaux, 8 jours de vivres : $50{,}000 \times 80^{k} = 4{,}000{,}000^{k}$

Total.... $4{,}990{,}000^{k}$

Ce serait donc un total de *4,990* tonnes qu'il faudrait impo-

(1) Par exemple, *deux* jours de vivres immédiatement à la suite des bataillons, soit une charrette chargée de 600 kilog. de vivres par *division* (ou 600 rations pour deux compagnies de 300 hommes), ainsi que le demandent plusieurs colonels et généraux. — (Voir les Rapports de la Commission des Marchés).

(2) Plusieurs auteurs militaires demandent, pour le chiffre des vivres à faire transporter aux parcs de réserve (dont la mission est de relier l'armée

ser aux charrois à la suite de l'armée. Ce chiffre énorme comporte, néanmoins, hâtons-nous de l'ajouter, certaines réductions. Il nous reste en effet, reprenant la question soulevée plus haut, à voir dans quelle mesure il est possible d'utiliser les ressources du pays occupé, de trouver les subsistances sur place ou sans transports notables, de vivre, en un mot, par *réquisitions*. Nous avons déjà, incidemment, exprimé notre opinion à l'égard de ce procédé et des illusions qui y pourraient entretenir de nombreux exemples du passé. C'est le moment de voir les choses de plus près, et de ramener à sa véritable valeur d'expédient auxiliaire une pratique qui, pour avoir suffi autrefois, ne serait plus, avec les grandes armées modernes, qu'un dangereux anachronisme.

L'étendue du pays, communément embrassée par une armée opérant en rase campagne, doit, ici, nous fournir la donnée principale du problème. Mais cette donnée resterait nécessairement fort vague, et conduirait même, suivant les cas, à des conclusions opposées, si nous n'en précisions les termes, si nous ne fixions avec netteté le sens qu'on doit attacher à ces mots : OPÉRATIONS EN RASE CAMPAGNE. S'agirait-il, par exemple, de ces grands mouvements préparatoires qui précèdent l'ouverture réelle de la lutte, et constituent exclusivement le travail de concentration de l'armée. De telles opérations embrassent de vastes territoires, des provinces et parfois le pays tout entier. Ainsi, la Prusse, lors de ses préparatifs en 1866, amena dans la Saxe, au nord de la Bohême et dans la Silésie, ses trois armées (armée de l'Elbe, — 1re armée, — 2e armée), qui couvraient alors un front de plus de *300* kil. de l'Elbe à la Neisse, pour les concentrer plus

aux dernières têtes de lignes ferrées exploitées, à *faire la chaîne*, suivant l'expression imagée de M. Barattier), une moyenne de *quatre jours* seulement. On va voir plus bas qu'une fois la part faite au service des réquisitions et des fourrages, nous retombons à peu près sur le même chiffre de *quatre jours*. C'est une coïncidence *après coup* qui a bien sa valeur, car nos déductions, comme celles de nos camarades, sont le résultat d'un travail tout individuel.

tard en une seule masse dans les champs de la Haute-Bohême.

Ainsi des concentrations effectuées pour toutes les grandes guerres, et surtout pour la gigantesque lutte de 1870-71. A ce moment de l'action, les partisans des réquisitions et de l'alimentation au jour le jour, si l'on ne tient compte que de l'étendue des contrées disponibles, auraient, en vérité, beau jeu. Nul doute que le commerce habituel suffirait, à peu près, à l'entretien des troupes ainsi dispersées. Mais ce premier cas n'est pas le cas normal de la guerre; celle-ci d'ailleurs est à peine commencée ; les deux belligérants ne sont point en présence. Nous n'admettons point davantage, au moins à titre de règle, la situation particulière faite aux deux parties, surtout au vainqueur, le lendemain d'une grande bataille ou d'un succès décisif. La sécurité résultant de la victoire, les nécessités de la poursuite, d'autre part, permettent ou imposent à l'armée triomphante une autre attitude et une marche différente. Il faut se dilater, suivre le vaincu dans toutes les directions, occuper des places, s'assurer, en un mot, sans hésiter, de la contrée sur laquelle on ne s'avançait, la veille, qu'avec la plus extrême prudence. Ce fut, après Sadowa, le cas des masses prussiennes qui, réunies pour l'action, se divisèrent de nouveau en deux armées, et purent, suivant les routes divergeantes d'Olmütz (Moravie) et de Vienne (par Brunn), se dilater sans danger sur un front de plus de *100 kilom.* De même la France centrale se trouva un instant foulée, sur une étendue de près de *200* kilom., de l'Yonne à la Loire (Novembre et Décembre 1870) par les colonnes de Frédéric-Charles. Le général prussien, après l'anéantissement complet du maréchal Bazaine, pouvait à son aise se déployer, et tendre la main à Werder dans l'Est, à Von Thann sur la Loire. Dans ces conditions également exceptionnelles, on comprend qu'une armée trouve dans le pays occupé des ressources suffisantes, et parvienne à vivre, sans trop de peines, de réquisitions régulièrement organisées.

Mais tel n'est point le cas habituel de la guerre dans sa période normale. Ici nous avons, en présence et marchant

à la rencontre l'un de l'autre, deux adversaires, entre lesquels rien de décisif ne s'est encore révélé, et dont la commune attitude doit être celle d'une prudence et d'une énergie constamment tendues, constamment portées au suprême degré. Les méthodes stratégiques qui s'imposent de part et d'autre ; celles qui déterminent le mode d'opérations, subissent nécessairement l'influence multiple des circonstances ; elles doivent se plier aux conditions du terrain, se modifier suivant la configuration du pays à couvrir ou la nature de l'objectif à atteindre. Mais toutes les manœuvres, tous les mouvements ne sauraient déroger à la première de toutes les lois, celle de la sécurité. Il faut qu'avant comme pendant la bataille, tout général, soucieux de sa responsabilité, veille constamment, sur ses flancs, sur ses derrières, observe surtout une concentration qui rende les communications rapides d'une aile à l'autre, et tienne, en un mot, son armée dans la main. Dès que les événements se dessinent et annoncent l'éventualité prochaine d'un choc général, tous les groupes, tous les corps doivent se resserrer, se relier entre eux. Ce n'est plus huit ou dix marches (200 à 250 kilom.) qu'il serait prudent d'admettre comme distance pratique entre les ailes. Jomini, et les auteurs les plus autorisés, recommandent, dans ces circonstances, un maximum de *quatre ou cinq marches* (au plus 100 kilomètres). Plusieurs théâtres d'opérations, fameux dans l'histoire militaire, réalisent par le fait, au point de vue topographique, ces proportions assignées au front d'opérations. Les lignes de l'Isar et de l'Inn, dans cette vallée du Danube dont les armées de la République nous avaient enseigné le chemin, s'étendent sur des longueurs moyennes de 80 à 100 kil. De même en Lombardie, quelques affluents du Pô, le Tessin, l'Adda, l'Oglio, présentent un développement semblable. Mais ces proportions dépassent encore, nous le croyons, celles que la prudence conseille et qu'établissent les faits contemporains, dans la guerre moderne.

S'il est incontestable, en effet, que les voies ferrées et les progrès généraux de l'art militaire ont singulièrement déve-

loppé les facultés évolutives d'une armée, n'oublions point qu'entre les deux adversaires, les mêmes causes agissent et font sentir leurs effets réciproques. S'il est permis, d'un côté, d'opérer, au moment voulu, une concentration plus rapide, de spéculer sur une plus grande célérité stratégique, n'est-il point évident que l'ennemi possède les mêmes moyens, et jouit d'une mobilité tout aussi menaçante? Il est clair, et les faits récents le prouvent, qu'avec l'électricité et les chemins de fer (ajouterons-nous, avec les ballons?), les mouvements tournants, les soudaines irruptions de corps isolés lancés sur les flancs ou sur les derrières; toutes ces combinaisons audacieuses ou ruses de guerre, usitées de tout temps, acquièrent de nouvelles chances de succès, et constitueront, plus que jamais, la ressource des généraux avisés (1). Mais ce n'est point tout, et dans cette lutte de surprises, les armes, si l'on y regarde de près, sont loin d'apparaître égales. Contre l'agresseur qui a son plan tout arrêté, une course bien définie à fournir, et tout avantage à se servir de voies ferrées, s'agite dans l'incertitude, un adversaire forcément hésitant, gêné dans ses mouvements, et qui doit, en outre, en raison de l'imprévu ou du caractère plus spécialement *tactique* des manœuvres nécessaires, renoncer sagement au

(1) Les ***mouvements tournants***, les ***diversions***, les ***démonstrations***, tant et si compendieusement préconisés par Jomini, paraissent avoir été, dans la plupart des événements de guerre modernes, la plus constante préoccupation des meilleurs généraux. Nous avons déjà cité la campagne de Grant contre Lee (dans la Virginie, 1864-65). Le chef des fédéraux, faisant une juste appréciation de son adversaire, s'étudie constamment à éviter tout choc direct, se dérobe ou déborde constamment l'ennemi par une marche latérale et parvient ainsi, par une suite d'habiles manœuvres, presque aux portes de Richemond (sur le Pamunkey, 15 kilomètres). On connaît le bel exemple de concentration calculée des trois armées prussiennes entrées en Bohême (1866), concentration qui permit au Prince-Royal de tomber si opportunément sur le flanc droit de Bénédeck et décida du triomphe de Sadowa. La tentative de l'armée de l'Est sous Bourbaki (1871), n'était rien moins qu'un immense mouvement tournant. Il eut fallu, pour le succès, d'autres ressources et surtout quelque chose de notre ancienne fortune.

bénéfice de la locomotion à vapeur. Car, ainsi que nous le constaterons plus loin, la locomotive, si admirable qu'elle soit, n'est pas un instrument universel ; ce serait une dangereuse méprise et un étrange abus que d'y recourir, pour les mouvements *tactiques*, avec la même confiance que pour les mouvements *stratégiques*.

Si l'on joint à ces considérations les difficultés considérables qu'entraîne, avec les nouvelles armes, le service des munitions sur le champ de bataille, l'assertion précédente paraîtra moins hasardée. On se rendra compte, avec nous, de cette apparente contradiction qui nous couduit à réclamer, avec des moyens de locomotion plus puissants, une marche plus circonspecte et une plus grande concentration des éléments de combat.

Nous considérons donc les *quatre ou cinq* marches assignées par Jomini, au front d'opérations, comme représentant, désormais, un maximum que les chefs prudents sauront éviter. Il faut que du centre aux ailes, toute opération tactique, toute modification de groupement, puissent se faire en *une seule marche*, et que les deux ailes ne soient habituellement séparées que par un intervalle de deux marches. Telles sont, quelques jours avant la bataille, les dispositions que nous croyons les plus judicieuses, et dont nous trouvons, au surplus, de nombreux exèmples dans les derniers événements militaires. Elles se traduisent en chiffres, par des moyennes de *50 à 60* kilom. pour le déploiement normal d'une armée de plusieurs corps marchant en présence de l'ennemi. Ce sont à peu près les chiffres qui répondent aux plus fameuses opérations de notre époque, ou qui s'appliquent aux régions stratégiques les plus hantées par la guerre :

La vallée du Rhin, de 40 à 50 kilom. de largeur ;

Le pays entre *Saône et Doubs*, où opérait le malheureux Bourbaki, de 30 à 40 kilom. ;

Le champs Catalauniques, entre Seine et Marne (Troyes-Chalons), de 50 à 60 kilom. ;

De même en 1866, les trois armées prussiennes franchissent individuellement les Montagnes de la Luzace et du

Riesen-Gebirg, sur des fronts respectifs de 30 à 40 kilomètres, et dépassent peu cette proportion, une fois leur jonction opérée sur le Haut-Elbe (de Muschengrætz à Gitschin, Skalitz, Gradlitz, 50 kilom. environ).

Les Italiens, avant Custozza, effectuent le passage du Mincio en trois colonnes espacées de 18 à 20 kilom., etc., etc...

Avons-nous besoin d'ajouter que le déploiement adopté pour la période qui précède une bataille, n'est plus évidemment le même le jour du choc. Une concentration nouvelle devient nécessaire à chacune de ces crises. Tous les liens de la machine se resserrent; les corps se rapprochent et se donnent la main sur une ligne dont l'étendue ne dépasse guère, dans la pratique, *10 ou 15 kilomètres* (1). Il serait superflu d'insister sur les raisons qui motivent ce redoublement de précautions, cette contraction momentanée; qu'il nous suffise de la signaler, tout en constatant son caractère transitoire. Si la guerre trouve, en effet, sa solution dans le choc, dans la bataille, cette dernière n'en est pas moins un épisode exceptionnel, dont les règles n'ont qu'une influence accidentelle sur le régime habituel de la campagne. Or, nos déductions ne sauraient s'égarer dans l'exception et ne veulent d'autre base sérieuse que l'état *moyen* journalier.

C'est donc, dans l'hypothèse d'une étendue de *60* kilom., communément attribuable au front d'opérations d'une grande armée, qu'il s'agit de rechercher dans quelles limites les

(1) Citons quelques-unes des batailles les plus décisives de l'histoire contemporaine :

1863. — GETTYSBOURG (Amérique). — Entre Meade, général du Nord, et Lee, général du Sud, qui fut le début des défaites du Sud. Front de 12 kilomètres ;

1859. — SOLFERINO. — Front de 15 kilomètres ;

1866. — SADOWA. — Front de 15 à 20 kilomètres (de la Bistritz à l'Elbe) ;

1866. — CUSTOZZA. — Front de 8 à 10 kilomètres ;

1870. — REZONVILLE ET GRAVELOTTE. — Front de 8 à 10 kilomètres ;

1870. — BORNY (combat). — Front de 5 à 6 kilomètres.

ressources du pays occupé sont utilisables, et de montrer le danger qu'aurait, à cet égard, une confiance trop absolue.

Quelle population, et, par suite, quelle quantité d'approvisionnements correspondront, moyennement, à l'étendue du territoire ainsi foulé, occupé ou surveillé par les colonnes de l'armée? Simple question de statistique et que les données de la statistique vont nous permettre de résoudre, sinon d'une façon rigoureuse, au moins avec une approximation suffisante à notre investigation préventive. L'armée se déploie sur une ligne de 60 kilomètres. Telle est la largeur de ses facultés *préhensives*. Quant à la profondeur, admettons, avec le raisonnement comme avec l'expérience, qu'elle ne saurait guère s'étendre au-delà d'une forte marche de cavalerie, soit 40 kilomètres. Pousser plus loin les fourrageurs, réquisitionneurs, etc., serait ou les compromettre ou retomber dans l'inconvénient de nombreux et encombrants charrois. Dans ce cas, où serait le bénéfice de la combinaison tentée? Mieux vaudrait y renoncer, et se rallier franchement au système des convois préalablement organisés. Soit donc une superficie totale aux deux dimensions *60 et 40* kilomètres, réellement et pratiquement disponible pour le système des réquisitions journalières.

Cette superficie de 2,400 kilomètres carrés peut répondre comme population, suivant les pays et les provinces du monde habité, à une infinité de chiffres fort différents. Circonscrit à l'Europe, seulement, notre examen nous conduirait aux résultats les plus disparates, aux écarts les plus considérables. Il suffit de songer quel abîme sépare, sous ce rapport, certaines steppes de la Russie des régions populeuses de l'Occident. Mais le choix des théâtres militaires n'est point arbitraire ; il est forcément soumis à un certain nombre de conditions bien connues, dont l'ensemble élimine, tout d'abord, ces parties désertes et nous permet d'en faire abstraction. Cette première élimination, toutefois, nous conduirait encore, pour les contrées moyennement peuplées, à des variations fort embarrassantes. Les statistiques françaises, pour ne parler que des documents les plus authentiques

parvenus à nôtre connaissance, n'indiquent-elles point, en effet, pour les populations spécifiques des divers départements, des chiffres qui varient du simple au décuple? (1) On sent bien qu'avec de tels écarts l'usage des *moyennes* inspirerait une défiance légitime et demande, en tout cas, les plus grands ménagements. Dès-lors que la nature des choses répugne visiblement aux procédés habituels de *compensation*, et que les degrés de l'échelle se dérobent, par leur amplitude même, à une réduction commune, ce n'est point à l'impuissance qu'il faut conclure, mais à un changement de méthode qu'il faut recourir. Au lieu d'une moyenne devenue insaisissable ou illusoire, c'est un maximum relatif que nous prendrons pour base de nos évaluations.

Prenant pour type le territoire français, dont l'ethnographie s'écarte peu, d'ailleurs, de la plus grande partie de l'Europe centrale (Allemagne, Autriche, etc.), si nous étudions de plus près les documents statistiques, nous nous assurons d'un premier résultat. C'est qu'à part les régions où dominent des villes de premier ordre (Paris, Lyon, Bordeaux, etc.), les chiffres généraux se maintiennent dans des limites notablement plus resserrées. Tenant compte, en outre, de la situation presque toujours imposée à une armée en campagne, situation qui la prive tantôt des ressources de certains centres fortifiés, tantôt de *la pleine* production normale d'un territoire déjà plus ou moins épuisé par la

(1) Le département le moins peuplé a 20 habitants par kilomètre carré, tandis que le département le plus peuplé (Seine) atteint 245. — (Annuaire du Bureau des longitudes).

Vers 1869, les documents statistiques étrangers donnent les chiffres suivants :

	Population par kilomètre carré.
Prusse	68.40
Autriche	58.90
Italie	85.18
Belgique	164.29

(Tiré de Maurice Block).

guerre, nous pourrons nous arrêter pour le maximum de densité spécifique cherché, au chiffre moyen qui correspond à la France prise dans son ensemble. Ce chiffre moyen est d'environ *70 habitants* par kilom. carré. Ce sera le *maximum relatif* que nous adopterons, sous les réserves précédentes, et dont nous déduirons, sans peine, le stock présumable des approvisionnements susceptibles de réquisitions fructueuses.

Les *2,400* kilom. carrés occupés par l'armée nous donneraient en effet une population totale de *168,000 âmes*, suivant le terme d'usage. Mais n'oublions point que ce sont des *âmes* de toutes catégories, comprenant tous les âges, tous les degrés de vitalité, depuis l'enfance jusqu'à la vieillesse. Notons, surtout, que les deux sexes concourent dans des proportions peu différentes, à la formation de ce contingent. Les nécessités et le régime alimentaires d'une telle aggrégation sont, assurément, fort loin d'être comparables à ceux qu'implique l'entretien d'une armée, et le rapprochement numérique des unités respectives demande ici un correctif indispensable. Nous pensons donc qu'eu égard à la proportion relativement faible des adultes mâles comparables au soldat, à la masse notablement prépondérante des femmes, des enfants et des vieillards, nous pensons qu'il est raisonnable de réduire ce chiffre de la population civile, et de le multiplier par le coefficient 2/3 ou par tout autre analogue (1).

Cette remarque a son importance qu'on va voir. Elle conduit à envisager les cent soixante et quelque mille habitants du

(1) D'après les états de répartition contenus dans la plupart des statistiques ou des recensements électoraux, nous croyons pouvoir grouper en masse la population civile de la manière suivante :

1/5 d'adultes mâles, de 20 ans à 50 ans, *consommant* comme un soldat.....	0.20
1/5 de femmes adultes *consommant* comme 2/3 de soldat..	0.12
3/5 d'enfants et de vieillards *consommant* comme 1/2 soldat.	0.30
TOTAL.....	0.62

0.62 est le coefficient de réduction adopté dans le texte.

territoire comme représentant à peu près *100,000* rationnaires de l'armée. La présence momentanée de notre armée de *150,000* hommes revient, en un mot, à une augmentation subite du nombre des consommateurs dans la proportion de *2* à *5*. C'est dans une proportion nécessairement inverse, que va se trouver entamé et réduit la stock des approvisionnements disponibles.

Or, si l'on considère, d'une part, les influences multiples du régime économique des peuples modernes, depuis la navigation à vapeur et les chemins de fer, depuis l'organisation générale de la grande industrie et les prodigieux développements du trafic, influences agissant également pour changer les anciens errements des producteurs et pour combattre la tradition des fortes réserves emmagasinées. Si l'on tient compte, d'autre part, de l'épuisement relatif déjà subi par ces réserves, à l'époque de l'année généralement choisie pour les opérations militaires (1) ; on reconnaîtra

(1) Il est incontestable, en effet, que la grande facilité des transports a singulièrement multiplié les relations commerciales de toutes sortes, de province à province, de pays à pays. La vieille théorie d'une *contrée devant se suffire à elle-même* est non-seulement devenue surannée, mais encore l'appât du gain, le goût, dirons-nous la *fièvre* de la spéculation, imposent à la formation des approvisionnements, des fluctuations perpétuelles. C'est un virement incessant de denrées d'un marché à un autre, d'une halle à une autre. Chacun est impatient de transformer ses réserves en un capital *actif*. Quel que soit le bien ou mal fondé de ces opérations, elles aboutissent évidemment au résultat signalé plus haut, à réduire les stocks respectifs au strict minimum. A cela vient se joindre la plus grande spécialisation des cultures dérivant des mêmes causes génératrices. Le champ tend à se transformer en un atelier industriel : ici les céréales, là les plantes fourragères; ailleurs les oléagineux, etc. D'où, les contrées les plus riches se trouvent, parfois, approvisionnées pour quelques semaines à peine de substances alimentaires proprement dites.

Il est clair, enfin, que du printemps à l'automne, époque des opérations militaires actives, l'approvisionnement absolu du pays varie considérablement. Avant les premiers légumes printaniers, stock de blé réduit déjà de moitié au moins et disette relative du reste. Au cœur de l'été, stock de blé réduit des trois quarts. Au commencement de l'automne, approvisionnement

sans difficultés qu'une hypothèse de stock disponible pour six semaines ou deux mois est une évaluation fort large, et qu'il serait, en tous cas, dangereux, pour le chef d'une nombreuse armée, de spéculer sur une masse plus considérable de denrées alimentaires. La conséquence immédiate de l'apparition de l'armée devient dès-lors évidente. C'est une augmentation subite et excessive du nombre de consommateurs. Le simple rapprochement des chiffres précédents nous montre, qu'en supposant la plus égale répartition, le service des réquisitions le mieux organisé, les troupes n'auraient point chance de trouver autour d'elles plus de *dix ou quinze* jours de vivres. Mais cette supposition, qui repose sur un succès absolu du système, sur un épuisement méthodique et radical du pays, n'est point celle de la réalité. Il faut compter avec les calculs de la spéculation, avec le patriotisme de quelques-uns et la panique du grand nombre, et surtout, enfin, avec les mesures préventives de l'administration ennemie. A ces difficultés morales ou techniques s'ajoute l'embarras non moins grand de l'appropriation des denrées recueillies à la consommation du soldat. Il y a loin de la gerbe de blé à la ration de pain, et la dévastation des champs les plus fertiles n'aboutit trop souvent qu'à une abondance éphémère, au gaspillage.

Ces considérations, assurément prises parmi les moins contestables, suffisent pour réduire à sa véritable valeur cette vieille et commode pratique, de vivre sur le *territoire occupé*. Cette hardie conception ne serait plus aujourd'hui qu'une prétention surannée ou la plus dangereuse des témé-

de blé renouvelé, mais non encore disponible ; il faut le *battre* ou le *dépiquer*. Le travail de la Commission d'enquête sur les chemins de fer français, après la guerre de 1870-71, nous donne, en outre, entre autres documents intéressants, le renseignement suivant :

« Le stock de marchandises qui doit être considéré (en temps normal ou « de paix bien entendu) comme nécessaire à l'approvisionnement normal, « semble être compris entre la consommation *de trois à quatre mois.* » — (Commission d'enquête parlementaire sur l'état des chemins de fer, etc.)

rités. Elle ne saurait constituer, nous l'avons dit, qu'un expédient auxiliaire momentané. Envisagées à ce titre, les ressources locales seront toujours entre les mains d'un chef prudent, ou, en cas de crise, de précieuses sauvegardes. Mais, prises pour bases principales des combinaisons administratives de cette branche du service, elles conduiraient aux désastres. Aussi, n'est-ce point sans intention que nous avons insisté sur cette grave question. L'actualité en est affirmée d'une manière trop flagrante par les événements contemporains. Et l'opinion contraire, soutenue par les derniers partisans de la tradition, a fait de trop nombreuses et de trop éclatantes victimes. Citerons-nous des exemples?

Le plus mémorable de tous est certainement celui de ce malheureux Benedeck, illustré par la débâcle de Sadowa, où il n'a cependant été que le *Bouc-émissaire* de l'incurie du Ministre autrichien. Il est, en effet, avéré que le manque à peu près complet d'approvisionnements et d'équipages de campagne a été la principale cause de la singulière inaction tant reprochée au général autrichien. La mésintelligence entre le chef *plébéien* et ses *nobles* subordonnés n'a eu sur la défaite qu'une influence secondaire. L'armée impériale était affaiblie et paralysée par le tœnia de la faim. Aussi incapable de marcher que de se concentrer, elle s'est trouvée prise en flagrant délit d'*anémie*. N'est-ce point encore la même maladie qui a si cruellement déjoué les efforts de notre défense nationale? On pouvait improviser des hommes, mais les faire vivre était une lutte désespérée contre la force des choses. Que nos gouvernants se rappellent à jamais les misères inénarrables des Armées de la Loire, du Nord et de Bourbaki (1)!... Et cependant toutes ces troupes opéraient

(1) Dès le commencement de janvier, le général Bourbaki télégraphiait au général Chanzy :

« Mes mouvements ont été retardés par la difficulté de faire vivre les « troupes, dès qu'elles s'éloignent des voies ferrées. »

Il est vrai que si le système des fourrages et des réquisitions avait eu,

dans des provinces peuplées, riches, plantureuses. Jamais l'illusion en faveur du système n'eut été plus pardonnable. Jamais aussi la réalité implacable n'infligea un plus terrible démenti.

Les *dix ou quinze jours* de ressources, donnés plus haut comme le résultat consciencieux de notre analyse, ne sont donc qu'un idéal. Qu'il ne s'évanouisse point complétement et réclame quelque place dans les calculs, rien de plus juste. L'erreur, ou plutôt le danger, n'est point dans une saine appréciation de ce renfort éventuel, mais dans l'excès de confiance qu'il pourrait inspirer. L'analyse précédente est un avertissement proclamé par les faits eux-mêmes; elle nous met en quelque sorte sur la voie des limites que tout administrateur prudent doit s'imposer en ces délicates matières. Nous croyons, quant à nous, rester fidèle à notre circonspection méthodique, en réduisant au moins des *trois quarts* le maximum supputé plus haut, et en fixant à *deux ou trois jours* de vivres au plus, le contingent présumable des ressources locales. L'armée pourra, sans doute, opérer suivant l'occasion, des ravitaillements plus ou moins heureux. C'est l'aléa de la guerre, la part de la fortune. Les prévisions sérieuses doivent chercher d'autres bases (1).

Notre conclusion revient à rejeter sur le compte des réquisitions et des ravitaillements au jour le jour, le tiers environ de la réserve réclamée plus haut pour les approvisionnements *roulants* d'une armée. Sur le poids total indiqué de *4,990* tonnes, soit donc une charge d'environ *3,300* tonnes exclusivement dévolue aux convois permanents. Admettant

dans nos armées, l'organisation qui lui faisait absolument défaut, bien des malheurs nous eussent été épargnés.

(1) Nos conclusions étaient déduites et ces lignes écrites, quand nous les avons vues confirmées par le témoignage pratique de l'ex-gouverneur de Mayence pendant la guerre de 1870-71. Cet officier, lui aussi, n'estime pas à plus de *trois jours* de ressources, ce que le pays pourra fournir à une armée de 150,000 hommes.

pour chaque voiture, sans nous arrêter à aucun type particulier, un chargement moyen de *900* à *1,000* kil., ce qui est à peu près le cas général de la pratique, et des attelages à trois ou quatre colliers du roulage de guerre en campagne, nous arrivons au postulatum strictement exigible de *3,500* voitures (1). Tel est le cortége des charrois dont il faut prendre son parti et accepter les impédimentums, si l'on ne veut, désormais, marcher à l'aventure et courir des chances bien autrement désastreuses.

Ce chiffre, en vérité fort considérable, n'a rien cependant qui doive nous surprendre, eu égard aux exemples d'équipages mis sur pied dans les dernières guerres, et dont nous avons déjà dit un mot. N'avons-nous point vu les armées américaines du Nord traîner à leur suite, dans les plus longues campagnes, des convois de *3 et 4,000* voitures, soit une voiture (et une voiture *à six mules*, notons-le), pour 25 ou 30 hommes. Et quel Français aurait perdu le triste souvenir de ces interminables files de convoyeurs prussiens, s'abattant sur nos cités et nos villages comme la lèpre de l'invasion? Nous savons, en revanche, ce qu'il nous en a coûté, d'avoir dédaigneusement omis ces sages précautions, et d'avoir voulu, quand même, marcher d'un pied plus léger. Ce prétendu allégement conduisait à l'immobilité. Quand l'illusion tombait devant l'implacable réalité, il était trop tard.

Citerons-nous ce lamentable épisode du lendemain de la bataille de Rezonville (17 août), et dont toute l'armée a pu être témoin comme nous. L'armée se retirait sur Metz. L'histoire dira si elle avait été victorieuse ou battue. Quoi qu'il en soit, les pertes avaient été considérables. 8 à 10,000 blessés, sans compter les tués. Mais les voitures manquant pour transporter ce précieux fardeau, on dût recourir aux

(1) Les armées prussiennes (1870), une fois leur concentration opérée, étaient pourvues de *400* voitures à 2 colliers pour le service des vivres, par corps d'armée. L'inspection générale des étapes disposait, en outre, d'un total de *300* voitures, soit environ *2,500* voitures par armée.

équipages déjà trop restreints des convois, décharger les voitures, et *brûler sur place* quantité de vivres dont la pénurie allait, deux mois plus tard, amener le misérable dénouement qu'on sait (1).

Nous ferons donc sagement de maintenir cette proportion de 3,500 voitures ou quelque chose d'approchant, qui revienne, en d'autres termes, à la moyenne certainement modérée de *une voiture pour 40 ou 50 hommes*. Nous ne parlerons que pour mémoire des moyens de transports également nécessaires pour les autres services complémentaires déjà mentionnés. Il en est un toutefois, sur lequel nous devons insister, et dont l'épisode précédent nous rappellerait, s'il en était besoin, l'importance capitale. Il s'agit du service des ambulances. Là aussi vient se faire sentir, d'une façon déchirante et trop avérée, l'influence des nouvelles armes. C'est dans les pertes accusées par les armées modernes qu'on voit, certainement, leur génie de destruction briller de son plus sinistre éclat. Si l'on pénètre dans cette sombre région des statistiques militaires, on s'assure qu'après chaque bataille, vainqueurs et vaincus, presque aussi maltraités, n'ont pas en général à regretter moins du *quinzième* de leurs effectifs (2). Si tel est le nombre des tués, c'est peu que d'évaluer au *dixième* ou à un peu moins du double, le nombre des blessés. Joignant à cela les malades, les éclopés,

(1) Cette exécution, celle que nous avons vue au moins, sans compter les autres, se faisait dans un vaste champ près duquel défilait le parc du 2e corps, auquel nous appartenions. Il y avait là, en plusieurs tas flambants et fumants, une quantité de farine, de riz, de sucre et de biscuit, dont nous n'évaluons pas le total à moins de 40,000 kilogrammes. Comme on s'en souvenait aux jours d'épuisement du blocus !

(2) Nous entendons depuis le canon rayé et le fusil à tir rapide. Voici quelques chiffres extraits de publications contemporaines :

A Wissembourg, les Prussiens, qui n'avaient cependant affaire qu'avec la division Douai, eurent 7 à 8,000 hommes de perte, presque autant que le nombre total de leurs adversaires, et le 1/8e de leur propre effectif ;

A Sedan, les Saxons et les Bavarois, engagés contre l'infanterie de

les impotents, on aura la longue liste de ce malheureux personnel livré en holocauste à l'insatiable Moloch. Mais pour que le soldat prodigue, sans calculer, ses peines et son sang, pour qu'il reste aussi intrépide au feu qu'ardent à la marche, il lui faut des garanties. Contre les misères qui le menacent, il a droit de compter sur une constante sollicitude. Et jamais calcul intéressé ne s'accorda mieux qu'ici avec les lois de l'humanité. Ce service des ambulances, trop négligé autrefois, réclame donc d'urgentes améliorations; c'est le premier de tous à organiser largement. De là, un surcroît inusité de voitures, dont la dotation doit constituer, en quelque sorte, une réserve sacrée, à l'abri de toute réduction éventuelle.

Nous ne pourrions prendre pour guide de nos améliorations le système usité dans l'armée française, où les voitures, pour le transport et l'évacuation des blessés, se sont rarement trouvées suffisantes. L'exemple précédent en fait foi. L'organisation américaine, pendant la guerre de la sécession, nous semblerait au contraire irréprochable, et nous l'adopterions pour type, si elle ne péchait, comme toutes les improvisations

marine, accusent 8 à 10,000 hommes de perte. Encore plus de 1/10e de leur effectif;

A Rezonville (16 août), on a parlé de 12,000 tués ou blessés du côté des Prussiens et de 7 à 8,000 de notre côté. Les derniers documents prussiens donnent 14,800 tués et blessés. — (Ouvrage du grand État-Major prussien.)

Pour terminer par une citation, qui est elle-même le résumé d'un grand nombre : On a pu lire dans la feuille officielle de Berlin, le *Militar-Wochen-Blatt*, que les pertes totales des armées allemandes après Sedan et Metz s'étaient élevées à 76,000 hommes environ sur un effectif général de 1,100,000 hommes ; c'est à peu près la proportion que nous indiquons dans le texte comme repère moyen. — Les ambulances prussiennes se chiffrent par 3 trains ou 150 voitures par corps d'armée.

M. le colonel Lewal (dans ses remarquables « *Études de guerre* ») évalue les pertes totales (tués et blessés) au chiffre moyen de 1/10e, dans lequel, suivant lui, les blessés figureraient pour les 3/4, soit 1/13e environ. Nous croyons, en forçant ces chiffres, être plus près de la vérité, surtout de la vérité *future*.

de ce peuple surprenant, par l'exagération même. Les armées du Nord en étaient arrivées, à la fin de la guerre, à des trains d'ambulances presque excessifs. Une voiture à deux chevaux par 150 hommes (armée de Grant 1864-65), ou à peu près une voiture par compagnie. Nous croyons qu'on peut se contenter à moins, et assurer ce service, dans les troupes européennes, avec la moitié ou le tiers de ces équipages. Arrêtons-nous en conséquence à l'hypothèse plus modérée de *trois* (1) voitures par bataillon ou par 1,000 hommes. C'est un total d'environ 300 voitures à ajouter à notre convoi. Si l'exiguïté du chiffre, mise en regard des pertes mentionnées plus haut, pouvait prêter à quelque critique, on y répondrait sans peine en s'appuyant sur les faits les moins contestables. C'est qu'une fois le *noyau* des ambulances raisonnablement constitué, son insuffisance momentanée à la suite d'une affaire sera toujours largement suppléée, quand on saura s'y prendre, par des emprunts faits au service des munitions ou au service des vivres. De tels emprunts détournant, pour un instant seulement, les voitures vides de leur service régulier, ne sont qu'une mesure éminemment judicieuse et dont l'abus seul aurait des conséquences regrettables (2).

Ce rapide aperçu relatif au service des ambulances nous laisse entrevoir combien l'ensemble des nombreux services auxiliaires, qui viennent, dans une grande armée, se superposer au service principal des vivres, contribue notablement à grossir la masse des convois. Il serait, d'ailleurs, aussi puéril que dangereux de s'illusionner à cet égard, et de compter, pour réparer l'imprévoyance du début, sur les

(1) C'est-à-dire, environ 75 voitures par corps d'armée.

(2) C'est ainsi que Grant, dans la Virginie, avait organisé entre son front d'opérations et la baie d'Acquia-Creak (dépôt de ravitaillements par voie maritime), un va-et-vient de charrois transportant au départ les *blessés* et ramenant au retour des *munitions*.

C'est un procédé tellement indiqué par la nature des choses, qu'il y aurait puérilité à insister.

ressources éventuelles, sur les probabilités du hasard. Le hasard, la chance, si l'on veut, réserve, à la guerre comme ailleurs, ses faveurs pour la prudence, et ne ménage à l'imprudent que de cruelles déceptions. N'est-il point plus sage de se résigner d'avance à d'inévitables difficultés, d'en méditer la solution, de la préparer à force de soins et de labeurs, que de s'engager à la légère et de compter naïvement sur la fortune ?

La part nécessaire, ainsi faite à tous les équipages-annexes d'une armée, nous impose une modification notable au chiffre de voitures que nous avions établi pour les vivres seulement. Il ne sera point certainement exagéré de porter de *3,500* à *4,000* le total des charrois exigibles pour l'ensemble, si l'on observe, surtout, que d'autres services, dont nous n'avons point pour but de faire ici l'étude détaillée, réclament également leur part (*habillement*, *campement*, *trésor*, etc.).

CONCLUSIONS DU § Ier.

Nous sommes actuellement en mesure de résumer l'ensemble de nos considérations, et de donner une idée de la masse entière des convois et des équipages nécessaires, pour assurer la liberté des mouvements d'une grande armée. Rappelons d'abord les chiffres trouvés dans les deux chapitres précédents.

POUR UNE ARMÉE DE 140 A 150,000 HOMMES.

		TONNAGE.	NOMBRE de voitures.
		tonnes.	
Équipages militaires proprement dits (Parcs d'artillerie, Ponts, etc.	Parcs de campagne avec ponts.....	1.100	1.200
	Grand parc	2.000 à 2.300	2.500
	TOTAL.....	3.400	3.700
Convois.....	Vivres (pour 6 ou 8 jours).	3.500	3.500
	Ambulances, Habillement, Campement, Postes, Télégraphes, etc.....	»	500
	TOTAL supérieur à.....	7.000	4.000

Plus de *3,500 tonnes* de part et d'autre.

Que deviennent, en présence de pareils chiffres, les

méthodes, les combinaisons, autrefois et encore récemment admissibles. Hier, une armée de pareil effectif pouvait se contenter, avec ses canons lisses, ses fusils à percussion, ses *deux* pièces par 1,000 hommes, d'un millier de voitures pour ses parcs. Aujourd'hui, le triple suffit à peine aux besoins du même ordre. Quant aux convois, si la question des vivres reste indépendante des progrès techniques, on n'en saurait dire autant de cette quantité de services complémentaires auxquels l'art nouveau a donné naissance, comme les télégraphes, l'emploi des voies ferrées, etc., ou que cet art a singulièrement développés, comme le service des pionniers, celui des ambulances, etc. Rien de plus caractéristique, en vérité, qu'un semblable rapprochement. Rien ne fait mieux pressentir la nécessité d'une révolution tout aussi radicale dans la mise en œuvre de ce vaste outillage.

Comment, en premier lieu, se représenter sur des routes ordinaires, ce colossal mouvement de va-et-vient, ces transports périodiques de plusieurs milliers de tonnes par semaine, venant s'imposer sur les derrières de l'armée, aux quelques voies déjà encombrées du personnel. De tels fardeaux, circulant sans relâche, excéderaient le plus souvent, avec les meilleures chaussées, les limites raisonnablement admissibles (1), demanderaient un entretien qu'on ne pourrait assurer, et conduiraient finalement à leur défoncement irré-

(1) Dans l'hypothèse de l'entretien par ***aménagement*** (emploi du cylindre) ou ***rechargement périodique;*** cette opération doit se faire, en moyenne, tous les ***dix-huit*** mois et exige environ 280 mètres cubes de matériaux par kilomètre. Or ces données (tirées des réglements spéciaux des Ponts et Chaussées) correspondent à l'hypothèse d'une route à grand trafic, soit 120 à 140 tonnes par jour ou 3,500 tonnes par mois. Qu'adviendrait-il au moment où les mouvements militaires (personnel et matériel) viendraient brusquement doubler et tripler ce chiffre pour un laps de temps relativement faible ?

RENSEIGNEMENT. — Les chaussées des environs de Paris (routes nationales) supportent, en moyenne, une circulation ***journalière de 1,150 colliers,***

médiable. Nulle autre puissance que la vapeur, nulle autre voie de communication que les chemins de fer, ne peuvent évidemment suffire pour assurer l'accomplissement intégral, et surtout l'accomplissement, dans le *délai voulu*, de ces deux grandes tâches: Rassemblement de l'armée ; *personnel et matériel;* alimentation permanente en *vivres et en munitions*. Les évaluations que nous avons, à dessein, longuement discutées, montrent même qu'à cet égard les immenses forces de l'industrie moderne seront à peine suffisantes. Si l'on voulait faire, en effet, le total approximatif des transports exigés pour la seule *concentration*, et pour *l'entrée en ligne*, on atteindrait, de ce fait, le chiffre vraiment formidable de 250 à 300 trains (1) (180 pour l'armée proprement dite, 90 pour les équipages et convois), le tout ainsi décompté : par corps d'infanterie, comme on le verra plus loin, *86* trains environ, soit 260 trains pour 3 corps, plus 50 trains environ pour le corps de cavalerie. Total *320 trains*, sans compter la réserve générale d'artillerie et le grand parc. Le total général monterait ainsi à près de 400 trains. Or, ainsi que nous le verrons plus bas, les grandes lignes, à deux voies, pourvues de la plus irréprochable organisation, sont à peine en mesure de fournir une moyenne à peu près régulière de *15 à 18* trains par jour (dans chaque sens); ajoutons que la puissance tractive n'atteint cette limite et ne s'y soutiendrait surtout pendant quelques jours, que sous les conditions multiples d'un personnel parfait, d'un matériel abondant et d'un service idéalement régulier: Ce serait donc, dans l'hypothèse la plus favorable, une corvée extraordinaire de plus de vingt jours consécutifs, venant tout d'un coup surprendre une compagnie, suspendre son trafic, faire, en un mot, la réquisition permanente de toutes ses ressources, de toutes ses

tandis que la même moyenne n'est pour les départements que de *720 colliers*. Les frais d'entretien annuel sont, pour les premières, de 4,750 fr. par kilomètre. — (Séance du Conseil général de la Seine, 21 octobre 1872.)

(1) Ce chiffre de 250 correspond à l'hypothèse d'un tracé généralement en plaine ou en *paliers*. En pays accidenté, il faudrait doubler, même tripler.

forces vives. Une semblable hypothèse est-elle pratique? Que les opérations aient lieu en pays ennemi ou ami, serait-il admissible, serait-il logique même, de frapper ainsi d'atonie ou *de mort violente* tous ces immenses intérêts privés, toutes ces transactions commerciales intimement liés à l'exploitation de la ligne accaparée (1)? Nous ne le pensons point, et, abstraction faite de ce qu'on pourrait ajouter encore, nous croyons ces raisons suffisantes, pour démontrer la nécessité évidente de plus d'une ligne ferrée sur les derrières d'une grande armée. Nous tiendrions, quant à nous, pour fort embarrassante, sinon pour tout-à-fait compromise, la situation de 150,000 hommes ainsi lancés sans autre ligne de communication qu'une seule voie ferrée, si puissamment organisée qu'elle fût (2).

Ce n'est point tout encore, que d'effectuer la concentration et les premiers transports. Après cette opération fiévreuse, qui a tendu tous les ressorts au suprême degré, vient la tâche permanente de l'alimentation. Et sur ce point, quelle image plus vive des facultés absorbantes d'une armée que ces 7 *ou 8,000* voitures, dont le chiffre s'est révélé comme conclusion de notre analyse? Il est vrai que la moitié est consacrée aux munitions, que la consommation n'en est point continue, et qu'on ne se bat point tous les jours. Mais le simple examen des quelques documents signalés dans ce chapitre, les enseignements réitérés des statistiques militaires, suffisent, à cet égard, pour nous prémunir de toute illusion. Ne voit-on point les auteurs les plus compétents estimer les quantités de métal nécessaires pour causer la mort d'un combattant jus-

(1) Certainement, quand les circonstances l'exigent, il ne faut point hésiter à absorber la voie pour le service militaire, exclusivement; mais cette mesure ne doit être prise qu'en cas d'urgence et avec la plus grande circonspection. Le commerce et le trafic sont eux-mêmes, pour les belligérants, de précieux auxiliaires qu'il y a lieu d'utiliser jusqu'aux limites du possible.

(2) Voir la note C, sur le nombre de lignes principales, dont les armées allemandes disposaient, comme lignes de communication.

qu'à *six fois* (pour la fonte) et *deux* fois (pour le plomb) le poids de l'homme? Ajoutons enfin que la majeure partie des parcs, c'est-à-dire le grand parc tout entier ou à peu près, sera rarement sur roues. Nous n'en avons fait la répartition sur voitures que *pour mémoire;* car dès-lors que les conditions stratégiques, généralement admises, assignent à ce dépôt mobile de l'armée une distance normale de cinq ou six marches en arrière des corps; dès-lors qu'on suppose le matériel des parcs de campagne assez largement organisé pour subvenir au va-et-vient régulier des réapprovisionnements, il serait peu pratique de s'alourdir inutilement et de s'encombrer d'un roulage *in partibus.* Des wagons chargés, convenablement distribués sur toutes les têtes de lignes stratégiques, et tenus constamment disponibles, seront, évidemment, les éléments les plus convenables dont il faudra constituer la majeure partie du grand parc. Avec cette disposition se trouveront supprimés les trois quarts des 2,500 voitures indiquées plus haut, et cette énorme masse, grâce à la vapeur, pourra toujours, mieux et plus vite, obéir aux mouvements de l'armée. Cette méthode n'a rien de nouveau, d'ailleurs, et, de tout temps, les grands parcs, quand on en avait, étaient plutôt des approvisionnements de dépôt rassemblés dans les places voisines du théâtre de la guerre que des équipages roulants. La seule modification qu'impose à ces errements, suivant nous, la situation actuelle, est d'assurer à ces réserves une mobilité moins hypothétique, de conjurer, par l'emploi de la locomotive, ces lamentables épisodes de grands parcs tantôt paralysés, tantôt inaccessibles au moment opportun.

Ces considérations peuvent donc se résumer, par la nécessité désormais évidente, non pas seulement d'une voie ferrée, mais de *plusieurs* voies ferrées comme *lignes de communications* permanentes, ou lignes particulièrement stratégiques. Quant à la distance à laquelle il conviendra pratiquement d'arrêter ces lignes et de tenir leurs dernières gares sur les derrières de l'armée, la question appartient à un ordre d'idées qu'on examinera plus spécialement dans un des chapitres

suivants. Nous n'en dirons qu'un mot, pour signaler cette conséquence remarquable du développement des connaissances humaines. C'est que les armées modernes, malgré leur masse, en dépit de leurs facultés d'absorption et de leur tempérament besogneux, sauront, quand on le voudra, lutter de mobilité et d'ensemble avec les petites troupes des siècles précédents. Des effectifs plus nombreux, des armes perfectionnées, le service des vivres singulièrement aggravé par l'éducation de l'homme de guerre moitié soldat, moitié citoyen; l'abstention du pillage et de toutes ces pratiques odieuses ou impuissantes, qui permettaient au mercenaire d'autrefois de se défrayer lui-même. Tel est l'inévitable cortége d'impédimentums que la guerre moderne traîne à sa suite. Mais les moyens mécaniques se sont multipliés en raison de cette complication nouvelle, ou plutôt, cette dernière n'est elle-même qu'une conséquence naturelle du progrès général. Il ne reste plus aux gens de métier qu'à proportionner leurs efforts aux exigences d'une situation qu'ils n'ont point faite, mais qu'il faut franchement accepter.

Les révélations que vient de nous faire la *guerre de campagne* sont caractéristiques. Nous n'en trouverons pas de moins instructives dans l'étude de la *guerre de siége*.

§ 2.

GUERRE DE SIÉGE.

Les places fortes et les systèmes permanents de fortifications ont leur destination militaire spéciale, que nous supposerons connue, et dont, au reste, la discussion détaillée sortirait du cadre de cette étude. Il importe de rappeler, toutefois, les principes fondamentaux sur lesquels doit reposer cette partie importante de l'organisation de la défense nationale.

Tout peuple, également soucieux de son intégrité territoriale et de sa sécurité, doit confier à ses places fortes deux grandes missions différentes : Les unes sont la base des opérations actives. Les armées mises en campagne y trouvent, au début de la guerre, leurs centres de formation et d'organisation ; elles y conservent, ensuite, leurs dépôts de recrutement, de ravitaillement en vivres et en munitions, etc., en un mot, leurs points d'appui permanents. Véritables *places d'armes*, où les forces engagées, suivant les chances de la lutte, prennent leur impulsion pour l'offensive, ou viennent se refaire dans la retraite et chercher un refuge. Ces places constituent, suivant l'expression désormais consacrée dans la langue militaire, les *Pivots stratégiques* du

territoire. Leur rôle, que nous venons d'esquisser sommairement, présente un caractère assez défini, pour guider l'ingénieur et pour le préserver, surtout, des obscurités ou des incertitudes scolastiques. Nous dirons, plus loin, quelques mots des principes à observer dans la répartition et l'assiette de ces pivots stratégiques.

Une seconde et non moins importante classe de places fortes comprend, d'une part, les grandes et populeuses cités, dont l'influence politique ou administrative domine les propriétés militaires et qui représentent, soit comme capitales, soit comme centres régionaux, le *palladium* suprême de l'Autonomie nationale. D'autre part, les villes industrieuses, qui sont, à la fois, les ateliers et les magasins, où se fabriquent et restent abrités les engins et l'outillage, chaque jour plus compliqués, de la guerre moderne. De tous temps, ce second système de fortifications, imposé par la nature des choses ou par les nécessités techniques, a existé chez les nations européennes. Mais jamais autant qu'aujourd'hui, les progrès de la science militaire n'en avaient fait, à chaque pays, une obligation capitale, une condition *sine quà non* de son indépendance. Contre la mobilité redoutable des armées et la rapidité foudroyante des invasions, l'impuissance d'une simple ligne frontière et d'un seul périmètre fortifié, ne devient-elle point une vérité de plus en plus évidente? Il est clair qu'avec un adversaire audacieux, la défense *périphérique* pourrait parfaitement persister, que déjà le centre menacé se verrait, s'il était désarmé, à la merci d'un coup de main, et précipiterait, par sa chute prématurée, un dénouement désastreux. Nous avons, dans le dernier siége de Paris (1870-71), un exemple mémorable du rôle considérable et parfois inespéré dont serait susceptible cette dernière réserve de places fortes centrales.

Quant aux places-ateliers ou dépôts, nulle institution n'a récemment subi ou ne doit incessamment subir de modifications plus profondes. Les vastes besoins techniques des armements modernes exigent, désormais, un fini, une rapidité d'exécution et surtout une puissance de fabrication

absolument incompatibles avec l'ancienne organisation de nos établissements militaires (arsenaux, fonderies, etc.). Il n'est aujourd'hui contesté de personne que, partout où le gouvernemeut veut rester directement chargé de la fabrication des engins de guerre, il y a nécessité pour lui de changer ses procédés, ses méthodes, et d'embrasser résolument, en un mot, les errements de l'industrie moderne. Il lui faut laisser là, sans hésiter, ses archaïques ateliers aussi défectueux par leur installation que par leur fractionnement ; ses outillages rudimentaires, pour adopter le système également économique et fécond de la *division du travail*, de l'emploi des machines perfectionnées et des grandes usines. De là, l'apparition de ces nouveaux et remarquables centres d'industrie militaire, fonderies, forges, manufactures d'armes, dont l'installation préoccupe tous les gouvernements, et triomphe partout de la routine, comme des protestations budgétaires. Bourges en France, Elsvick en Angleterre, Wiener-Neustadt en Autriche, etc., nous offrent des exemples déjà caractéristiques de ces créations de l'avenir.

Le rôle ainsi dévolu aux places fortes de cette seconde catégorie, soit comme centres politiques, soit comme centres de fabrication, nous semble assez défini, assez distinct du reste pour motiver le classement que nous venons de présenter. Nous les désignerons désormais, pour éviter toute périphrase et par simplification de langage, sous le nom générique de *Places centrales*. Il est à peine nécessaire d'ajouter que la classification précédente et les considérations dont elle nous paraît dériver, ne sont rien moins que l'image fidèle de la réalité. Entre les tendances, les desideratums de l'avenir et l'état actuel des fortifications en Europe, il y a plus qu'un revirement de théories à accomplir; la grosse, l'immense difficulté réside, on le devine, dans la question budgétaire. Nulle part on ne conteste le besoin d'une réforme; partout la refonte du vieux système est à l'ordre du jour ; mais devant les formidables dépenses d'une telle entreprise, chacun recule ou ajourne. Force est aux plus riches d'obéir aux nécessités financières et de s'imposer une prudente tem-

porisation (1). Nos réflexions, tout en restant le plus possible d'accord avec le présent, s'attachent donc surtout à la discussion de l'ordre futur. Il est clair que là est le principal intérêt d'une étude technique, et qu'à toute époque de transition, le choix entre les anciens et les nouveaux errements ne saurait être douteux.

Ces observations faites à titre de notions fondamentales, nous pourrions dire, *d'exposé de principes*, nous allons étudier rapidement les conditions actuellement faites à la *guerre de siége* par les pratiques et les ressources nouvelles de l'Art militaire. Nous signalerons, surtout, les traits importants de la révolution réelle accomplie dans les procédés d'attaque et de défense et nous essaierons d'établir, à chaque pas, comme pour la *guerre de campagne*, la thèse, objet de ce travail, c'est-à-dire non plus la simple utilité, mais l'indispensable nécessité des voies ferrées pour toute entreprise d'attaque et de défense.

Commençons par la Défense, et envisageons les deux catégories de Places fortes indiquées plus haut.

(1) C'est à ce propos qu'un auteur allemand, signalant les difficultés, les quasi-impossibilités d'un remaniement général des fortifications pour tout grand Etat, considère les améliorations de détail dont on se contente presque partout, comme autant d'expédients à peu près insignifiants, et va même, non sans quelque exagération, jusqu'à les qualifier de simples rapiéçages *(Flickwerk)*. — (Citation de la *Revue militaire de l'Étranger*, général Hohenlohe.)

Et cependant, le Reichstag de l'empire d'Allemagne a voté, en 1872, plus de deux cents millions pour procéder à ce « rapiéçage » des places fortes.

D. — DÉFENSE.

a). — Places centrales.

Ces places sont en principe peu nombreuses et retirées dans l'intérieur. Il ne faut point qu'une agression subite, un coup de main, favorisé par les voies ferrées, puissent raisonnablement les prendre pour premier et direct objectif. Il est inévitable, en effet, que de tels centres politiques ou industriels soient placés, non-seulement sur une ligne de chemin de fer, mais au point de convergence de deux ou plusieurs lignes principales. Les considérations de défense sont, ici, subordonnées aux conditions mêmes d'existence ou de fonctionnement. On ne se figurerait point aisément une capitale tenue en dehors des réseaux ferrés, et, comme une *Atlantide patriarcale*, systématiquement isolée de la masse du pays. Non moins inadmissible serait la situation d'un centre industrieux qui ne disposerait point largement des voies de communication modernes. Le transport des matières premières, des combustibles surtout (1), et l'expédition des produits seraient

(1) On imaginera aisément de quelle importance sont, pour une usine, les facilités de transport de combustible, par les quelques citations suivantes :

Une tonne de fonte passant en deuxième fusion au cubilot exige :

200 à 250 kilogr. de coke.

Un petit atelier d'ajustage et de forge, comprenant une douzaine de tours

pour de tels établissements aussi exceptionnellement onéreux qu'impraticables dans les délais voulus. Le recours aux voies ferrées n'est donc plus, ici, comme dans la guerre de campagne, une mesure de circonstance hautement recommandable, mais dont, après tout, l'observation plus ou moins judicieuse reste soumise au libre arbitre des chefs d'opérations. Elle constitue, dans le cas actuel, un élément essentiel de l'action, imposé par la nature même des choses. Il n'y a plus à discuter de l'opportunité de la voie ferrée, mais bien de sa meilleure utilisation pratique.

Aussi bien, va-t-on reconnaître qu'au point de vue de la défense et de l'action purement militaire, il serait à peu près également impossible de se passer du rail-way, reconnu indispensable pour le régime d'existence des places envisagées.

Il s'agit, en premier lieu, d'organiser et de maintenir, pendant toute la campagne, la liaison permanente de l'intérieur avec les frontières. Il faut qu'entre les magasins, les arsenaux du centre et les *Pivots stratégiques* ou les armées elles-mêmes, il s'établisse, par tous les temps et en dépit des distances, un large système de libres et rapides communications. Dès-lors, en effet, que les effectifs belligérants se chiffrent par plusieurs centaines de mille hommes; dès-lors que leurs consommations en vivres, en munitions, etc., atteignent les proportions inusitées qu'on a vues; on sent bien que les places frontières, même dans l'hypothèse de la plus correcte et de la plus prévoyante administration, ne sauraient suffire à la tâche. Il ne faut rien moins, nous l'avons dit, pour satisfaire aux besoins de ces énormes rassemblements, que l'incessante coopération et l'appoint des ressources du pays tout entier. C'est ici qu'apparaît, dans sa fécondité

et cinq ou six foyers de forge, n'exige rien moins qu'une force moyenne de *6 à 8 chevaux-vapeur*. En admettant une consommation de 2 kilogr. de charbon par cheval et par heure, cela revient à près de *150 kilogr. de charbon par journée de dix heures*.

Le combustible, en un mot, est le *pain de l'Industrie*. Partout où il fait défaut, l'industrie est une utopie. L'Algérie en sait quelque chose.....

salutaire, le rôle des places centrales. Hommes, matériaux et machines de guerre, tout y arrive des provinces; tout vient, à temps, converger et se coordonner dans ces vastes laboratoires tenus à l'abri des insultes de l'ennemi et devenus ainsi, qu'on nous permette l'expression, les *récepteurs* naturels des forces vives de la nation. De là rayonnent, ensuite, vers les divers théâtres de la lutte ou sur les pivots stratégiques pris tour-à-tour pour bases d'opérations, d'incessants convois de vivres, de cartouches, d'engins et d'objets de toutes sortes, que l'emploi des machines et surtout le fonctionnement méthodique d'une organisation appropriée, permettent de préparer, de façonner, et, en quelque sorte, d'improviser sans relâche.

Ce n'est point seulement pour l'action offensive qu'un tel système révèle ses précieuses propriétés. Les armées battues ou momentanément en retraite, n'ont-elles point, dans les places de l'intérieur, des dépôts sûrs et constamment disponibles pour l'évacuation de leurs convois, de leur matériel trop exposé, pour l'abritement, en un mot, de tous ces impédimentums, dont seraient engorgées les places frontières, ou entravée l'exécution des mouvements rétrogrades (1).

Telle est la double et capitale mission des grandes places centrales. Alimenter et soutenir la marche en avant, servir de places d'armes et de refuge en cas de retraite ou de reploiement accidentel.

Qu'on se représente, dès-lors, les masses considérables formant le fonds habituel de cette circulation et de ces transports: Des millions de cartouches, des tonnes de biscuits, de conserves, etc.; des parcs de siége, ou grands parcs de campagne; un service de recrutement proportionné

(1) C'est ainsi que dans la guerre de 1870-71, première phase, Paris et Bourges ont joué ce rôle d'*ateliers* et d'*abris*. Plus tard, les progrès de l'invasion ont dû déplacer ces centres. C'est surtout Nantes, Rennes, Toulouse que nous voyons fonctionner à ce titre. Toulouse, notamment, avait été le refuge de la pyrotechnie et de la fonderie de Bourges.

Les inquiétudes que causaient ces villes absolument ouvertes doivent nous faire réfléchir pour l'avenir.

aux pertes énormes que nous avons signalées, etc. En somme, le chargement de plusieurs *centaines* de voitures à expédier chaque jour à des *centaines* de kilomètres. L'opération ne serait point, sans doute, absolument impraticable avec les routes ordinaires, mais elle entraînerait des complications et des lenteurs, dont ne saurait plus s'accommoder l'ensemble des pratiques actuelles. La voie de terre, abstraction faite des encombrements, des dégradations plus rapides et de la pénurie présumable des animaux de trait, donne, en moyenne, *six ou sept* (1) fois moins de vitesse que la voie ferrée. Les coups décisifs seraient portés et l'issue de la campagne fixée, que les secours de l'intérieur auraient à peine commencé leur mouvement. Les chaussées et les chemins d'autrefois ne sont donc plus, désormais, que des moyens auxiliaires, ou des *amorces* pour les transports de quelque importance. En face d'un adversaire poussant ses attaques avec la vapeur et les chemins de fer, le choix des moyens s'impose. L'hésitation serait aussi puérile qu'insensée.

La défense proprement dite des places centrales, non moins que leur action extérieure, fait, de l'emploi des voies ferrées, une nécessité rigoureuse. Il suffit de rappeler quelques-unes des conditions essentielles dans lesquelles doit être également organisée et conduite cette défense. Si nous protestons, à cet égard, contre l'influence exagérée des prétendus succès poliorcétiques des Allemands; si nous ne pensons point, avec certains novateurs trop exclusifs, trop pressés de conclure, que tout soit bouleversé dans les anciennes méthodes dites *classiques* de la guerre de siége, nous restons néanmoins convaincu que le progrès des vingt dernières années impose à ces méthodes de profondes modifications, et que les derniers événements fournissent de graves et nombreux enseignements. Que l'Ecole française montre à se transformer, à embrasser l'inconnu, quelque

(1) C'est une moyenne que l'on établit en tenant compte de toutes les circonstances comparatives de la locomotion, et dont on rendra compte plus bas.

hésitation et une lenteur circonspecte; rien de moins surprenant et de plus sage. On ne descend point volontiers du rôle d'initiateurs à celui d'élèves. C'est à nos jeunes ingénieurs qu'il incombe de faire résolument le triage des importations étrangères, et de maintenir, dans ce travail d'assimilation, la vieille réputation des disciples de Vauban et de l'originalité nationale. Ce qu'on peut tenir, en tous cas, dès aujourd'hui, comme à peu près incontestable, c'est l'importance considérable, et parfois décisive, acquise par l'action lointaine de l'artillerie, par le tir à grandes portées, par les *bombardements*.

Sans doute, on disputera longtemps encore sur l'efficacité de cette méthode sommaire. Les arguments pour et contre ne manqueront point de part et d'autre, pour en établir ou pour en combattre l'opportunité. Quelques philosophes même, égarés sur ce terrain de la violence et de la force brutale, flétriront le procédé de leur platonique indignation. Ce qu'il y a de certain, c'est qu'en dépit des disputes théoriques ou des doléances humanitaires, le procédé a trouvé et trouvera de plus en plus des *pratiquants* résolus; c'est qu'il a bien définitivement conquis chez les gens de guerre un *droit de cité* garanti par la plus puissante de toutes les sauvegardes, l'intérêt, l'appât du succès. Les coups de main, l'attaque en règle, le blocus et la famine ne seront point délaissés; le bombardement vient simplement grossir la liste des nombreuses combinaisons que la défense doit prévoir et être en mesure de déjouer.

Les conséquences d'une telle innovation, qui n'est, si l'on veut, que l'application plus large et plus redoutable de pratiques assurément fort anciennes (1), ces conséquences sont palpables. Pas un militaire, ingénieur ou *profane*, qui ne les

(1) Les bombardements sont évidemment un procédé connu et pratiqué depuis longtemps. Seulement, en ceci comme ailleurs, l'artillerie rayée, par ses grandes portées, par la puissance de ses obus allongés, a permis un tel perfectionnement des méthodes, qu'elle a fait de leur application actuelle une véritable *innovation*.

aperçoive ou songe à les récuser. Pour qu'une place forte soit sérieusement en état de résister aux feux lointains, dont l'ennemi peut faire usage à plusieurs kilomètres de distance, il lui faut deux choses nouvelles, sinon dans leur essence, au moins dans leur organisation solide et méthodique. Il lui faut des *abris couverts* (voûtés à l'épreuve) pour le personnel, les munitions et les approvisionnements; il lui faut une ceinture *de forts avancés*, suffisamment armés et répartis pour tenir l'assaillant en respect. Ces deux éléments indispensables de la défense existent, en vérité, plus ou moins dans bon nombre de places, et les projets récemment exécutés ou actuellement discutés à peu près partout montrent bien qu'à cet égard la question n'a plus, nous l'avons dit, d'autre adversaire obstiné que les ressources budgétaires. Mais ce n'est là qu'un mouvement *amorcé*, et ces efforts décousus sont loin, on l'imagine, de procurer le système complet, dont l'urgence est en principe reconnue. Ce sera l'affaire du temps. Nous n'en devons pas moins, quant à nous, nous placer sur le terrain nettement déterminé des principes nouveaux, et raisonner dans l'hypothèse d'une fortification partout rajeunie, partout mise à la hauteur des circonstances actuelles.

Pour les grandes places de la catégorie envisagée, le système se traduit donc par une *ceinture de forts* se flanquant mutuellement sans *discontinuité*, et dont les plus rapprochés ne sauraient être de l'avis général des auteurs compétents, tenus à moins de *cinq ou six kilomètres* de l'enceinte principale. Mais le tracé le mieux étudié, l'exécution la plus largement conçue, de ces importants ouvrages ne suffiraient point, si l'armement lui-même n'était organisé suivant une méthode semblable ; s'il restait, comme il l'est aujourd'hui, trop notablement en-deçà des ressources présumables de l'assiégeant (1). N'est-il point évident en effet que la mission

(1) On sait que notre matériel de place ne comporte pas de calibre supérieur au 24 rayé (15c) ou exceptionnellement au 30 rayé (16c). Or, l'ensemble des documents recueillis, soit des tables de tir (canons neufs), soit

défensive des forts doit être essentiellement active? Qu'il leur faut une artillerie puissante à la fois par le calibre et par la portée de ses projectiles? Où serait l'utilité de ces dispendieuses constructions, et que deviendrait la sécurité de la ville, derrière des forts, dont les feux ennemis pourraient braver l'impuissante canonnade et franchir impunément la zone protectrice, pour atteindre le corps de place? Il est clair, en un mot, pour être logique, que l'armement de l'assiégé doit être partout supérieur à celui de l'assiégeant. Cette condition rigoureuse d'une bonne défense n'est, au surplus, que la conséquence naturelle des situations respectives faites aux deux adversaires. Le dernier, généralement éloigné de sa base d'opérations, ne dispose, pour traîner son matériel et ses parcs, que de voies de communications encombrées, que de moyens de locomotion plus ou moins absorbés par d'autres services. Confusion, lenteurs, accidents. Toutes ces contrariétés se multiplient nécessairement en raison des distances à parcourir et de la masse des équipages. Le premier, au contraire, a pu préparer, à son aise,

d'expériences personnelles et de tir de guerre, ne nous permet pas d'attribuer à ces deux pièces des maximums de portées pratiques supérieurs aux chiffres suivants :

		CHARGES DE TIR.	PORTÉE.
Avec angle de tir de 40° environ.....	Canon de 30.....	3k500	6,500m
	Canon de 24 de place.	3k000	5,800m
		2k500	5,000m

Outre que ces portées sont quelque peu inférieures à celles des calibres similaires de nos derniers ennemis (ceci constaté à Metz et à Paris), n'est-il point évident que ces calibres de 15e et 16e sont non-seulement insuffisants, mais notablement dépassés par ceux dont l'attaque même pourra faire usage? Déjà les Prussiens, au siége de Paris, avaient une pièce de *dix* tonnes (22c) lançant des obus de 94k, et dont la portée totale ne doit pas, selon toute apparence, être inférieure à 7,000m.

tous ses moyens, et, pour peu que les règles de la plus élémentaire prévoyance aient été observées, le travail de la dernière heure se réduit, pour lui, à des mouvements relativement simples et à quelques manipulations expéditives. Ne serait-ce point, en vérité, une maladresse peu commune ou une coupable incurie d'abandonner ainsi des avantages gratuitement acquis et d'égaliser, à son détriment, les chances de la lutte ?

Si donc il est présumable, ou plutôt avéré, comme nous l'observerons plus bas, que les moyens d'attaque sont en voie continue de développement; qu'en ce qui concerne les bouches à feu et leur attirail, l'accroissement des calibres entraînera d'énormes alourdissements de fardeaux; les mêmes causes, actuelles ou prochaines, pèsent sur la défense et lui imposent même une tâche plus laborieuse. Là où les anciens parcs de siége nous offraient, comme type maximum, des canons de *2 et 3 tonnes* (obr de 22 c. et can. de 24), l'avenir nous annonce des poids triples et quadruples. La pièce de *10* tonnes (22 c.) des Prussiens a déjà fait son début devant Paris (1870-71), et il n'est point admissible que les autres puissances ne réforment incessamment leur artillerie de siége dans ce sens et n'adoptent des calibres analogues. C'est donc avec des engins au moins comparables sinon supérieurs, qu'il faut armer, désormais, nos grandes places et surtout leurs forts détachés. Des bouches à feu de *10 à 12 tonnes*, des projectiles de *100* kil., des munitions et un matériel en rapport avec ces lourdes machines. Tel est l'indispensable et logique complément des combinaisons de tracé et de construction dont nous avons esquissé le désidératum.

L'accroissement des calibres, les changements de pièces, ne sont point l'expression intégrale de l'évolution accomplie ou projetée dans la poliorcétique moderne. Ils en représentent, peut-être, le côté le plus caractéristique, le plus apparent et, ajouterons-nous, le moins contesté. Mais d'autres mesures, dont l'élaboration semble, il est vrai, moins accusée ou marche d'un pas moins rapide, réclament également leur place dans l'ensemble du système. L'esprit de

tradition, l'incertitude ou les difficultés inhérentes à toute œuvre de transformation, peuvent, sans doute, les ajourner ou les tenir, pour un temps, en échec; ces mesures n'en constituent pas moins le corollaire obligé du mouvement que nous étudions. Quelques citations suffiront pour éclaircir et justifier notre opinion.

Signalons en premier lieu l'incontestable extension unanimement assignée, dans les siéges, à l'emploi de l'artillerie. Nous sommes déjà loin des prudents préceptes préconisés par l'Ecole de Cormontaigne et de ses commentateurs exagérés. Ne permettre à l'*artillerie haute* des remparts qu'une courte apparition suivie d'une trop sage retraite. Renoncer presque au début à la lutte lointaine du canon. Réserver pour le dernier acte du drame, pour la défense des approches et des brèches, des ressources que les efforts les plus acharnés ne peuvent plus rendre efficaces et qui fonctionnent trop tard. Personne ne songe plus à patronner toutes ces précieuses doctrines, dont un classicisme outré était le moindre défaut. Non-seulement la cause des combats d'artillerie engagés dès le *premier* jour, énergiquement soutenus pendant *toute* la durée des opérations, considérés enfin, de part et d'autre, comme le principal moyen d'action, cette cause longtemps discutée est définitivement gagnée. Mais ici encore, c'est la défense qui doit prendre l'initiative des coups et s'assurer la supériorité du nombre. Beaucoup de pièces et des munitions à discrétion. Tel est, en face d'un adversaire nécessairement limité dans ses ressources, le programme qui incombe désormais à toute place assiégée. C'est ainsi que nous voyons chez les ingénieurs véritablement pénétrés de ces nécessités nouvelles, des projets d'armement prescrivant deux et trois fois plus de bouches à feu que n'en indiquaient les anciens errements. Zastrow, dont les travaux sont déjà vieux de quelques dix ans, ne porte pas ses chiffres à moins de *144* bouches à feu pour un front de *360* mètres (et *204* bouches-à-feu pour un front de *600* mètres). Est-ce là exagération d'un principe juste? N'est-il point présumable que la puissance des calibres sera plus judicieusement préférée au

grand nombre? Questions difficiles à préjuger. Ce qu'il y a de certain, c'est que l'impulsion est donnée, et que, sous une forme ou sous l'autre, la *masse* des armements est appelée à suivre une progression continue (1).

Un autre et non moins vital problème, soulevé par le même courant novateur, réclame également sa part d'investigations et de réformes. Il s'agit de l'organisation défensive de ce puissant outillage, dont nous venons de reconnaître que les circonstances actuelles font une nécessité. Constater, en effet, que l'attaque et la défense vont se mesurer avec des engins plus nombreux et d'une efficacité plus redoutable. Présenter les projectiles de *30, 50 et 100 kil.* avec leurs remarquables propriétés explosives, leur tir courbe et leurs portées totales de plusieurs kilomètres, comme substitués désormais aux anciens projectiles sphériques d'un coefficient dynamique trois ou quatre fois moindre. N'est-ce point impliquer, du même coup, l'inanité, ou au moins l'insuffisance des méthodes traditionnelles suivies pour l'installation et l'abritement de ce matériel de combat? Nous ne pouvons, évidemment, entrer ici dans le détail des diverses mesures proposées, discutées ou provisoirement admises. C'est là tout un chapitre, et un chapitre considérable de la technologie de l'avenir à méditer et à créer. Quelques idées, cependant, paraissent avoir fixé déjà les convictions générales, et s'annoncent, comme les bases communes des systèmes assurément fort divers que nous voyons s'élaborer, et dont nous attendons la synthèse.

(1) Nous croyons, à cet égard, la citation suivante bien faite pour donner une idée de la progression rapide suivie par le développement des armements d'artillerie.

La France possédait, aux époques indiquées, les moyennes de bouches à feu suivantes :

	MORT DE LOUIS XIV.	LOUIS XV.	LOUIS XVI.	1813.
Nombres...	7.192	8.683	10.007	27.976
Coefficients.	1	1,2	1,4	3,8

Nous avons déjà parlé des casemates ou abris voûtés devenus nécessaires dans l'intérieur de la place. Ces constructions, dans les grandes cités surtout, sont aussi indispensables pour la population que pour la garnison. L'histoire de nos récents malheurs, à défaut de l'humanité, en fournirait, s'il le fallait encore, la preuve trop convaincante.

Des casemates ou des blindages sont également exigés pour les pièces *basses* de la défense, pour celles des pièces *hautes* qu'on tient à faire fonctionner jusqu'à la dernière période du siége et enfin pour une foule de petits magasins, d'abris, de dépôts ou d'ateliers de préparation, dont les circonstances actuelles font une condition *sine quà non* du service journalier. Une observation capitale, d'autre part, domine la situation et constitue le point de départ obligé de toutes les combinaisons à prendre, soit pour l'installation des batteries, soit pour l'édification même des œuvres vives de la fortification. L'impuissance des *revêtements en pierre* ou autres matériaux de ce genre contre les coups de l'artillerie rayée est un fait désormais constaté. Pendant longtemps ces maçonneries massives, ces imposantes murailles, ont fait la sécurité de nos places et inspiré une confiance légitime. Aujourd'hui, nulle disposition, ni l'épaisseur, ni le choix des matériaux, ni les précautions de *défilement*, ne saurait les soustraire au danger d'une destruction presque toujours certaine (1). Il arrive même qu'en certains cas, pour les

(1) On connaît les divers expédients employés dans ces derniers temps, pour mettre les escarpes revêtues à l'abri des feux indirects. Ils se résument à trois principaux :

Rétrécissement du fossé. — Mais on ne peut prudemment aller au-dessous de 25m de largeur.

Etablissement de contre-gardes. — Ouvrages coûteux, mais qu'il est, jusqu'alors, reconnu à peu près impossible de raser, et qui forcent l'assiégeant à des feux très-plongeants.

Exhaussement des contre-escarpes. — Moyen certainement le moins inefficace, mais limité par les nécessités de *commandement*.

Tout cela n'empêche pas la démolition des maçonneries par les feux

batteries casematées par exemple, l'emploi de la pierre est plus nuisible qu'utile. Le remède, on l'a dit depuis quelques années déjà, et nous le répétons avec la plus ferme conviction, consiste dans l'abandon résolu de la *pierre* partout où peut parvenir un projectile ennemi, et dans la substitution de la *terre* et du *fer*.

Cette substitution implique, sans doute, toute une révolution dans l'art des ingénieurs, et surtout, des dépenses considérables. Difficultés sérieuses, en vérité, mais à la longue surmontables, et dont il serait puéril d'arguer, pour justifier un *statu quo* défectueux, ou pour maintenir obstinément le culte d'une tradition épuisée. La vieille Europe n'a point encore, il est vrai, consacré, à l'étude pratique de cette question, des efforts bien continus ou bien énergiques, et les résultats sont clairsemés. Un peuple cependant, les Anglais, soucieux, et pour cause, de la défense de leur île, n'ont point reculé devant ces onéreuses recherches, et, depuis quelque temps, des essais et des études méthodiques sur l'application du fer en fortifications sont activement entreprises chez nos voisins d'Outre-Manche, et fournissent déjà, pour les investigations futures, d'intéressants matériaux (1). On n'en est encore qu'aux tâtonnements ; mais on entrevoit nettement quelques-unes des conditions générales, dans lesquelles le nouvel élément fera son apparition dans les constructions militaires.

courbes, et l'exécution *des brèches lointaines* comme à Strasbourg, où les Allemands ont pu les pratiquer *à 7 et 800 mètres*.

(1) Dans une mission récente d'officiers anglais sur le continent (1871), mission organisée en vue d'étudier au dehors, l'importante question « *de l'application du fer aux ouvrages défensifs*, » les officiers rapporteurs (généraux Barnard et Wright) croyaient pouvoir conclure que l'Angleterre était alors le seul pays où l'on s'occupât méthodiquement de la solution pratique du problème Que les vastes travaux de Plymouth et de Portsmouth étaient des types auxquels on faisait ailleurs de nombreux emprunts, mais qu'on ne retrouvait nulle part. Cette assertion est-elle toujours vraie ? (1872). Les travaux actuels des Prussiens autour de Metz nous montrent, en tous cas, les Allemands sérieusement engagés dans la voie des *ouvrages en fer*.

Des tourelles sur les remparts, aux saillants et pour les pièces importantes de l'artillerie haute. Devant les batteries basses (casematées), des boucliers mobiles ou convenablement appliqués contre la muraille de l'escarpe. Enfin, s'il nous est permis de dépasser l'horizon des spéculations déjà plus ou moins réalisées, et d'apporter le tribut de nos hypothèses personnelles, nous ajouterons: un certain nombre de tourelles ou tours mobiles, *montables* et *démontables* à volonté, susceptibles de s'établir, au moment du besoin, en des positions avancées désignées d'avance, et pouvant ainsi suppléer, voire même remplacer le système des forts permanents. Tels sont les principaux linéaments du programme qui s'impose aux finances des Etats comme aux méditations des jeunes ingénieurs. (Voir la note *b*.)

Nous sommes actuellement en mesure, par cette courte analyse, d'apprécier les conséquences du nouvel état de choses, au point de vue des mouvements et des transports qu'il nécessite. Cette ceinture de forts, détachés à plusieurs kilomètres de distance, répartis sur une circonférence de de deux ou trois myriamètres, et qu'il faut relier entre eux et relier à la place. Tout ce vaste réseau d'ouvrages qu'il s'agit d'armer en bouches à feu de calibres exceptionnels, d'approvisionner en projectiles dont quelques-uns font le chargement d'une voiture, et par-dessus, ces matériaux de blindages, ces boucliers de fer, ces masses de terre à organiser, à transporter au loin. Cette tâche multiple, qu'on trouvait déjà bien lourde, alors que l'opération n'embrassait que l'enceinte et ses approches; cet ensemble de travaux tant extérieurs qu'intérieurs, n'aurait-il point de quoi effrayer la garnison la plus nombreuse et la plus résolue, et ne dépasserait-il point la limite des forces humaines? Est-il présumable qu'au prix même des plus grands efforts, on pût suffire, à l'aide des simples chemins de terre et des charrois ordinaires, à cette multitude de transports et surtout au déplacement de ces lourdes masses? Ne sait-on point que la seule mise en route de ces engins, leur passage de l'usine au truck d'expédition, nécessitent des manœuvres compli-

quées et un outillage spécial ? C'est un axiôme d'industrie.

Nous sommes ici en face de difficultés semblables, mais singulièrement aggravées par les préoccupations de la lutte. Car, ajoutons-le, la nature humaine est soumise à des lois inéluctables, et l'on ne saurait attendre de l'activité fiévreuse d'un siége les mêmes résultats que du calme labeur d'une usine. C'en est assez pour justifier cette opinion, par laquelle nous concluons : Non-seulement les grandes places centrales doivent disposer de plusieurs lignes ferrées rayonnant vers les centres producteurs et vers les frontières; mais il est tout aussi indispensable, au point de vue de leur *défense directe*, qu'elles soient pourvues d'un système complet de voies ferrées intérieures et qu'elles possèdent, en réserve, l'attirail de machines, wagons, trucks, rails, nécessaire pour desservir ces voies. Les préparatifs de paix doivent, désormais, comporter l'établissement raisonné d'un réseau de *rails-ways* ou chemins américains (Tramways, Rails-roads, etc.) (1). circulant le long des remparts de l'enceinte principale, rayonnant vers les forts détachés ou autres ouvrages extérieurs destinés à recevoir de la grosse artillerie. Pour manier enfin ce nouvel outillage d'une manière courante, pour répondre aux exigences de ce nouveau service, les garnisons et les corps spéciaux, surtout, recevront une instruction pratique, dont la direction soit conforme à cette ponctualité rigoureuse habituelle aux instructions militaires. Telles sont les bases rationnelles de l'appropriation des chemins de fer à l'objet que nous avons en vue, et dont l'étude, déjà introduite ou réclamée partout, n'a plus besoin d'être recommandée aux jeunes ingénieurs.

(1) On sait qu'il est bien peu d'industriels aujourd'hui dont les établissements ne soient sillonnés de ces voies de communication artificielles. Il en sera bientôt de même pour les rues de nos grandes villes. La mesure est déjà décidée pour Paris. (Délibération du Conseil municipal de mai-juin 1872.)

b). — Pivots stratégiques.

Ce que nous avons dit à l'égard des *Places centrales* s'applique évidemment, sauf quelques réserves spécifiques de situation ou d'importance, aux places de l'autre catégorie, à tous les points fortifiés que nous avons compris sous la dénomination générique de *Pivots stratégiques.*

Les traits principaux du rôle dévolu à ces places ont été indiqués plus haut. Nous resterions incomplet ou obscur, si nous n'ajoutions ici un exposé sommaire des idées générales suivant lesquelles un tel système de fortifications nous paraît devoir être conçu et exécuté.

La théorie dominante autrefois, en matière de défense territoriale, était celle des frontières naturelles, ou des ceintures de places fortes. Ou bien, l'utilisation des obstacles créés par la nature : les grands fleuves et les chaînes de montagne, comme le Rhin, en première ligne, et les Vosges en seconde ligne, sur notre ancienne frontière de l'Est. Ou bien l'établissement d'une multiple ligne de forteresses, forts ou fortins, dans les régions découvertes, comme la triple barrière dont Vauban avait doté le Nord et le Nord-Est de la France. Ce système rationnel, certainement efficace, alors que les routes et les chemins de terre étaient les seules trouées praticables aux armées d'invasion, a perdu sa raison d'être ou appelle de profondes modifications depuis l'invention des chemins de fer. Dans l'état actuel, en effet, les relations internationales ont pris un tel développement et

disposent partout de moyens si puissants qu'on peut dire, d'une part, des *frontières naturelles*, qu'elles ont à peu près disparu. Les montagnes sont percées, les plus grands fleuves même voient leurs rives réunies par des constructions permanentes ou passagères, dont l'industrie militaire saura, quand elle voudra, emprunter le secret à l'industrie civile (1). Le raisonnement, d'autre part, comme la récente expérience des plus mémorables opérations contemporaines, nous montrent les voies ferrées devenues, pour les mouvements stratégiques, les artères à peu près exclusives des masses armées quelque peu considérables.

Les routes et les chemins de terre, nous l'avons dit, ne jouent, à ce moment, qu'un rôle secondaire, et l'emploi prépondérant des marches par étapes tend à se limiter de plus en plus au domaine de la tactique. Non pas qu'à l'occasion, tel défilé, tel passage, n'acquièrent une importance momentanée, soit comme débouché auxiliaire, soit comme ligne de surprise ou de coup de main. Une telle réserve est à peine nécessaire, surtout au lendemain de la guerre dont nous avons à méditer les rudes enseignements. N'avons-nous point eu la douleur de voir nos premiers désastres s'aggraver de la surprise des Vosges par la IIIme Armée allemande ? La chute presque immédiate de cette barrière naturelle n'a-t-elle point contribué puissamment à faire de la retraite de Mac-Mahon une véritable déroute et procuré, finalement, à l'envahisseur une sécurité inespérée pour sa grande entre-

(1) On citera parmi les exemples les plus remarquables, le fameux pont du chemin de fer de l'Est sur le Rhin (de Strasbourg à Khel), dont la construction fut la première application sur une grande échelle des machines sous-marines à air comprimé. Puis, dans un autre genre, et comme type de construction mobile, le pont de bateaux jeté également sur le Rhin aux environs de Warnt (Palatinat) pour relier, de Minfeld à Carlsruhe, les deux grandes lignes ferrées, rive gauche et rive droite, qui courent du Sud au Nord de chaque côté du fleuve. Ce pont de bateaux avec son tablier sillonné de rails est une œuvre remarquable, autant par son originalité que par les difficultés techniques du problème résolu.

prise du siége de Strasbourg? Mais répétons-le, et sous la réserve des cas particuliers, l'insuffisance des anciennes voies de communication pour les grands mouvements stratégiques est un fait avéré. La locomotive est aujourd'hui le seul moteur capable d'opérer la concentration des masses mises en mouvement, et de les faire vivre. Et jamais, peut-être, théorie nouvelle n'a reçu des faits une plus éclatante confirmation. Ajouterons-nous aux citations nombreuses déjà présentées un dernier et plus décisif témoignage? Nous l'empruntons à un ouvrage récemment publié sous l'estampille d'un homme que nos défaites ont illustré. Le général de Moltke, dans un mémoire détaillé, rédigé quelque temps avant la guerre (1868), indique avec une puissance d'intuition qu'on ne saurait méconnaître, le véritable point d'attaque de la frontière française. Suivant le stratégiste allemand, et pour un ensemble de raisons que nous ne pouvons discuter ici, ce point d'attaque est la ligne qui nous sépare du Palatinat rhénan sur le territoire qui s'étend entre Rhin et Moselle, de *Carlsruhe* à *Deux-Ponts et Trèves.* Ce front d'opérations procure, en effet, et c'est là l'argument principal de l'auteur, le concours de *six lignes ferrées* admirablement disposées pour les concentrations allemandes; il permettra, dit-il avec une surprenante précision que nos officiers doivent à jamais méditer, l'exécution complète de cette vaste entreprise (pour 380,000 hommes) (1) en moins de 24 jours!.... Et deux ans plus tard, l'exécution suivait, point pour point, les indications du projet. On peut dire que, depuis ces mémorables événements, la stratégie de l'avenir est fondée.

Cette grande évolution stratégique, dont on ne saurait méconnaître les causes caractéristiques et le développement graduel, impose à la fortification d'autres méthodes et crée à cette science une situation nouvelle. Nous complèterons,

(1) Au début, et pour frapper les premiers coups, les Allemands devaient disposer et ont disposé en effet de *10* corps d'armée *prussiens*, plus les contingents badois et wurtembergeois, ce qui, d'après le général de Moltke, devait faire un total de *384,000* hommes.

à cet égard, les quelques aperçus déjà présentés à propos des *Places centrales*, par une ébauche, tentée dans le même ordre d'idées, sur le système des *Pivots stratégiques*.

Toutes les places de cette catégorie, grandes ou petites, doivent être, suivant nous, *assises sur des voies ferrées*, les plus importantes toujours établies aux embranchements principaux des lignes rayonnantes avec les lignes périphériques ; elles doivent, en outre, être tenues autant que possible *à quelques marches en arrière de la ligne frontière*. Il faut, en effet, suivant le rôle qui leur est dévolu, que leur action de recrutement et d'approvisionnement rayonne dans toutes les directions et qu'en cas de retraite, leurs facultés de déploiement ou d'évacuation ne soient point à la merci d'une seule ligne dont le fonctionnement serait trop aléatoire. Les principaux nœuds de chemins de fer sont, à cet égard, les points tout désignés au choix des ingénieurs. La condition, d'autre part, de ne jamais être immédiatement installées à l'extrême frontière nous paraît également, pour ces places, rigoureusement motivée. Une telle situation, qui était celle de Strasbourg dans la dernière guerre, les met trop vite en prise aux attaques de l'ennemi, les expose à être bloquées et coupées de l'intérieur presque au début des opérations, et frapperait ainsi prématurément ces premiers points d'appui de la défense territoriale *active* d'une anémie désastreuse. Ce sont, croyons-nous, des considérations de ce genre qui ont dû se présenter à l'esprit du général prussien cité plus haut, et lui inspirer sa légitime confiance dans le système des grandes places allemandes échelonnées le long de la ligne du Rhin. Avec un réseau formidable comme celui de Rastadt, Mayence, Coblentz, Cologne, observe en effet judicieusement le général de Moltke, il n'est point présumable que les Allemands aient beaucoup à redouter les conséquences d'une première marche offensive heureuse des Français. Dans cette hypothèse (que l'Empire, hélas ! était si peu en mesure de réaliser), dans cette hypothèse même, les places énumérées, toutes têtes de grandes lignes ferrées, toutes situées à plusieurs étapes de la frontière, se trouvent à l'abri du premier choc, et for-

cent l'envahisseur à une marche de *cinq ou six* jours. C'est un répit suffisant pour permettre aux Allemands de se rallier derrière leur réseau de forteresses, d'achever leur concentration en toute sécurité, et d'ouvrir le second acte de la lutte avec une supériorité décisive.

Toutes ces combinaisons, tous ces prudents calculs poussés jusques à la minutie, et toutes réserves faites sur le dogmatisme habituel à nos voisins d'Outre-Rhin, sont devenues pour nous de trop réelles et trop navrantes leçons. Sachons en faire notre profit et ne dédaignons point, par un amour-propre mal placé, les enseignements d'un ennemi, qui serait trop heureux d'ajouter, à nos malheurs, l'humiliation de son lourd persiflage (1).

Nous considérons donc, en nous appuyant à la fois de la théorie et de l'expérience, les conditions précédemment indiquées comme formant les bases essentielles de l'organisation qui convient à tout réseau de *Pivots stratégiques*. L'ensemble des places existantes est loin, sans doute, de répondre à ce désidératum ; mais si les circonstances imposent à nos formules un ajournement forcé, nous avons dans leur réalisation graduelle la plus entière confiance. Nos garants sont, ici comme ailleurs, l'action du temps et le mouvement progressif des idées.

Après les places proprement dites, formant ainsi comme autant de *têtes de lignes rayonnantes*, viennent les simples fortins ou les postes intermédiaires, destinés à servir de liaisons entre les principaux éléments de l'échiquier. Le rôle réservé à ces postes secondaires ne saurait, évidemment,

(1) Les devoirs de la courtoisie internationale ne sauraient enlever ses droits à la vérité. J'avoue qu'à la lecture de certaines brochures allemandes, dont nous sommes actuellement inondés, et où les auteurs semblent avoir pris comme cible habituelle, comme *tête de turc*, les « fantaisies de notre imagination, » notre « présomption gauloise *(Frechheit)*, » etc., je ne puis taire quelques réflexions amères. Les Allemands oublient trop que la victoire ne donne point le monopole de toutes les qualités ; encore moins, la licence de certaines aménités par trop *tudesques*. ...

donner lieu à aucune incertitude. Maintenir du centre aux extrémités et, autant que possible, entre les différents points de la circonférence, une communication constante ; servir tour à tour d'ateliers auxiliaires, de dépôts provisoires, pour assurer sur chaque ligne le service d'une circulation poussée jusqu'aux limites du possible ; procurer, d'autre part, à la surveillance, à la *défense volante* des voies ferrées, les moyens efficaces dont on manque aujourd'hui, mais que des investigations sérieuses sauront organiser. La nature même de ces attributions multiples n'assigne aux places de second ordre qu'une seule situation logique et en quelque sorte obligée. Elles doivent être invariablement installées sur les lignes ferrées rayonnantes, sur celles qu'on aura particulièrement adoptées comme lignes stratégiques. Il importe, en outre, que le choix des emplacements soit également subordonné aux conditions purement militaires et aux conditions techniques d'exploitation de la voie. C'est là, nous le savons, l'avènement d'un programme nouveau dont l'élaboration demandera du temps et devra triompher de difficultés nombreuses. Mais qui donc, parmi les militaires qui comprennent le mouvement actuel et qui prévoient celui de demain, qui donc hésiterait encore et douterait des imminentes nécessités que nous impose l'avenir ?

Nous voulons nous servir des chemins de fer d'une façon définitive. Nous voulons qu'ils deviennent les grandes artères reliant nos places et nos armées. Ne faut-il point, qu'à l'exemple de nos pères pour les grandes routes d'autrefois, nous ayions, pour ces nouvelles voies, pour leur matériel, pour tous les agents ou éléments de leur fonctionnement, la plus constante et la plus prévoyante sollicitude ? C'est une branche nouvelle de la science militaire qu'il s'agit de créer et d'étudier jusques dans ses plus minimes détails. Quelle occasion plus solennelle, pour nos jeunes ingénieurs, d'imiter les grands maîtres, dont le génie national brille à toutes les époques décisives de transformations ou de réformes ? Quelle preuve plus éclatante de respect pour ces illustres novateurs que de s'assimiler leurs hardies méthodes et de

savoir franchement diriger une évolution technique que les circonstances imposent ?

A l'égard des places secondaires, dont nous parlons, rien ne doit être négligé pour que leur installation réponde à toutes les exigences de détail qu'implique l'exploitation courante d'une voie ferrée. *Les stations d'eau*, les dépôts de *matériel et de combustible*, les gares d'embranchements sont autant d'éléments importants dont il faudra se préoccuper, dans la répartition des postes fortifiés intermédiaires. Si les rails, en effet, sont la base de toute circulation, leur bon entretien n'en représente pas moins une faible portion de la tâche imposée au directeur de rail-way. Les *machines*, le *combustible* et l'*eau* constituent, qu'on ne l'oublie point, les trois autres termes du problème ; ceux dont l'abondance ou la pénurie feraient tour à tour, du vaste et puissant système, un outil admirable ou un matériel inerte. Il nous paraît donc indispensable que parmi les établissements énumérés, dont chacun a sa place, sa destination, son nom spécifique, dans toute ligne organisée, les plus considérables et les mieux situés, au point de vue militaire, soient pourvus d'une enceinte fortifiée. Quant à la forme et aux détails de construction, l'ingénieur s'inspirera, dans chaque cas, du rôle présumable assigné à l'ouvrage, et des ressources locales, sans perdre de vue, toutefois, que l'emploi de la terre, du fer, l'utilisation des rails et autres pièces disponibles, doivent figurer parmi les premiers éléments de ses projets.

Nous avons recommandé, à propos des vivres et des moyens de transports à la suite immédiate des armées, une prudente réserve; nous avons cherché à rendre évidentes les illusions dans lesquelles ferait tomber une trop grande confiance, hasardée sur ces ressources éventuelles. Combien les mêmes conseils sont ici plus rigoureusement motivés ! Car en fait de locomotion à vapeur, l'hypothèse de secours extérieurs disparaît absolument. La ligne doit se suffire à elle-même ; personnel, machines, wagons, approvisionnements, tout doit se trouver chez elle, et nul expédient ne saurait remédier à une pénurie momentanée. De là l'immense

importance de tous ces établissements grands ou petits échelonnés le long de la voie, de ces gares de dépôt, de ces ateliers de réparation, de ces nombreux organes, enfin d'une machine toute spéciale, où rien, pas le moindre détail, ne peut être abandonné à la fortune. C'en est assez pour justifier les combinaisons dont nous venons de parler, pour montrer que nulle mesure ne s'impose d'une façon plus absolue que la surveillance et la garde organisées des chemins de fer stratégiques et de leur outillage mobilier ou immobilier. La seule défense de la voie proprement dite ou des rails, qui a la première fixé l'attention des militaires, ne représente qu'une des faces du multiple problème soulevé ; tous les efforts de la nouvelle stratégie resteraient à peu près stériles, si la fortification n'y venait ajouter l'indispensable appoint du concours dont nous venons d'esquisser les principaux caractères.

L'ensemble du système, exposé dans le paragraphe précédent, peut se résumer (voir la note *c)* :

A l'intérieur et établies à la tête des grandes lignes ferrées stratégiques, les *Places centrales*, centres nationaux ou ateliers, réparties conformément à l'étendue, aux ressources et à la constitution topographique du territoire. Pour ces places, où la fortification est, en quelque sorte, *contrainte* de s'appliquer à des cités riches, populeuses et vastes, rien ne doit être épargné, tant pour sauvegarder l'élément civil que pour affranchir l'action militaire de toute influence fâcheuse, pour assurer, en un mot, la sécurité de tous par une défense formidable.

Vers les frontières, mais à quelques marches en arrière de leurs limites, assises aux principaux nœuds des lignes rayonnantes et des lignes périphériques, les places d'opérations ou *Pivots stratégiques*; celles-ci, plus exclusivement déterminées par des considérations d'un ordre purement militaire, formant un réseau dont les mailles, naturellement plus espacées qu'au temps des voies de terre, soient constamment reliées par le rail-way. Si le nombre des places centrales doit être limité, il est cependant hors de doute que

l'ingénieur n'aura point à observer la même parcimonie pour les pivots stratégiques. Les règles à suivre sont indiquées par l'étendue même des frontières, et par le nombre ou la nature des fronts d'attaque que présente le pays. Rien de surprenant, par exemple, que nos frontières du Nord et du Nord-Est exigent des établissements de ce genre deux ou trois fois plus nombreux que celles de nos limites adossées aux Alpes ou aux Pyrénées.

Sur le parcours enfin de toutes les lignes ferrées militaires, un système de *postes* secondaires, devant servir à la fois de traits d'union entre les *Pivots stratégiques* et les *Places centrales* et de points d'appui pour la garde et la surveillance des lignes. Les embranchements, les dépôts de matériel ou de combustible, les ateliers de réparation, etc., sont les mailles toutes désignées de ce réseau complémentaire.

Telles sont les principales combinaisons que le développement des voies de communication ferrées nous paraît entraîner ou plutôt imposer pour la défense fortifiée des Etats. Il nous reste à envisager le même sujet au point de vue de l'attaque.

E. — ATTAQUE.

L'examen que nous allons faire des voies et moyens de l'Attaque, de leur transformation également incessante, se trouve naturellement préparé par l'étude précédente. Il n'en est, en quelque sorte, que la continuation. La défense et l'attaque des places sont, en effet, deux entreprises intimement liées l'une à l'autre, les deux termes corrélatifs d'un même problème. Si nous les voyons parfois marcher d'un pas inégal; si l'histoire militaire nous montre, tour à tour, chacune d'elles possédant pour un temps le monopole d'une supériorité relative, ce sont là les conséquences naturelles de la lutte entre deux éléments rivaux. C'est un équilibre *instable,* chaque fois rompu par les circonstances ou par la force des choses, et chaque fois rétabli par le génie de l'homme, par ses efforts opiniâtres. Quelle est aujourd'hui la situation respective des deux antagonistes? Auquel des deux, assiégé ou assiégeant, profiteront le plus et assurent l'avantage, les perfectionnements techniques actuels et l'introduction des nouvelles méthodes? Question qu'il serait, assurément, fort intéressant de résoudre; question qu'on doit même se poser à chacune des rapides étapes de la science et de l'industrie militaires, mais à laquelle ne saurait convenir qu'une réponse essentiellement transitoire. C'est l'inévitable conséquence du régime d'investigations journalières qui distingue, entre toutes, l'époque actuelle. Nous ne

formulons, dès lors, qu'incidemment et sous le couvert de ces réserves motivées, notre appréciation sur ce difficile sujet.

Quels sont, au point de vue qui nous occupe, les avantages caractéristiques, les principales acquisitions des derniers progrès? Nous les trouvons surtout, avons-nous dit, dans la puissance, dans la grande portée des projectiles et dans le développement des moyens mécaniques. Si l'on considère que ces avantages sont subordonnés à l'emploi d'un matériel très-lourd toujours encombrant, et d'un outillage compliqué; que tous ces produits d'une fabrication onéreuse demandent, pendant la guerre, un entretien minutieux; exigent, pour les moindres déplacements, d'énormes moyens de transport; que ces transports enfin, comme conséquence des vastes étendues de terrain actuellement permises aux opérations de guerre, ont pris des proportions inusitées et surchargent exceptionnellement tout ce qu'on pourrait appeler le *service des fonctions d'entretien* d'une armée.

Si l'on envisage, d'autre part, les situations si différentes des deux adversaires : ici l'assiégé opérant à son aise, sur un terrain circonscrit, préparé et aménagé d'avance; là l'assiégeant, manœuvrant loin de ses dépôts et de sa base d'opérations, et ne tirant ses ressources que de ses convois menacés par l'ennemi ou entravés par les obstacles naturels. On conviendra sans hésitation que l'ensemble au moins des avantages industriels et techniques se trouvent d'un même côté, du côté de la place. Comme il est, d'ailleurs, hors de doute que l'appoint de l'industrie dans les choses de la guerre exerce une influence de plus en plus considérable, la supériorité militaire de l'assiégé constituera pour tous une vérité de fait conforme à la situation présente comme à toutes les prévisions rationnelles.

Nous n'entendons, au surplus, parler ici que de la supériorité purement technique, basée sur les moyens matériels d'action, et non point de ces multiples éléments d'ordre stratégique ou d'ordre moral, suivant lesquelles se distribuent les rôles et s'acquiert finalement la prépondérance. Nous

discutons les chances du jeu *avant la partie;* car, une fois la partie commencée, la parole est au destin.

Les conclusions précédentes paraîtraient, toutefois, trop absolues, et nous aurions présenté l'attaque des places, des grandes places surtout, comme une entreprise en quelque sorte impraticable, si nous n'ajoutions que, de ce côté, le progrès général a fourni également son tribut d'acquisitions nouvelles. La plus importante de toutes, celle qui a, sinon rétabli l'équilibre entre l'attaque et la défense, au moins rendu entre elles l'écart moins prononcé, consiste précisément dans l'emploi de l'agent que nous étudions, dans l'application militaire des voies ferrées. Il est visible, en effet, que le développement et les transformations chaque jour accomplis dans les pratiques de la guerre eussent été paralysés ou singulièrement entravés par l'insuffisance des moyens de transports et de la puissance tractive propres aux anciens procédés. Cette vérité, déjà constatée relativement aux opérations de campagne, est empreinte d'un caractère d'évidence plus saisissant encore pour la guerre de siége et dans cette guerre, pour la tâche dévolue à l'assaillant. Les masses à mouvoir ne sont plus ici un mélange d'hommes, d'animaux et de matériel, dont les éléments peuvent toujours se fractionner et au besoin circuler sur des routes ordinaires et parfois sur de simples sentiers. Dans les équipages de siége, la *masse inerte* domine, et, ce qui est plus grave, la masse lourde, écrasante, sous un volume limité, comme il arrive avec les bouches à feu et leurs munitions; toutes circonstances qui compliquent le service de la locomotion et demandent des chaussées spéciales. On va voir, par l'examen de quelques-unes des nouvelles conditions poliorcétiques, jusqu'à quel point la vapeur et la locomotive sont devenues, non pas de simples auxiliaires, mais les agents indispensables de toute entreprise sérieuse.

La première de toutes les nouveautés qui nous frappent dans le sujet envisagé est certainement l'augmentation considérable, nous dirions presque l'énormité des équipages de siége. Le nombre de bouches à feu, le calibre, les approvi-

sionnements, tout, avons-nous dit, s'organise actuellement suivant des proportions inusitées. Il suffit, pour être fixé sur ce point, de jeter un coup d'œil sur quelques chiffres extraits de divers documents contemporains, et dont nous présentons un fragment de tableau (faute de données plus complètes).

SUR QUELQUES SIÉGES FAITS PAR LES ALLEMANDS
(1870-1871)

PLACES	NOMBRE DE PIÈCES de l'assiégeant.	NOMBRE DE PROJECTILES LANCÉS		POIDS approximatif de PROJECTILES (1).
		par pièce environ.	total environ.	
Strasbourg...	240	803	200,000	4,000 tonnes.
Paris.....	366 (2)	683	250,000	5,000 —
Belfort	228	1,797	410,000	8,000 —
Thionville ...	57	580	33,000	660 —
Mézières	98	»	»	»

Ainsi des équipages de siége s'élevant à *200 et 300* bouches à feu. Des consommations de projectiles allant jusqu'à *800* coups par pièce et atteignant des poids de *5, 6 et 8,000 tonnes*; et cela, notons-le bien, pour des siéges la plupart du temps incomplets; car, jamais nous ne l'oublierons en

(1) Je calcule les nombres de cette colonne en évaluant le poids moyen du projectile (charge et poudre) à 20 kil. Si l'on observe que le coup du canon de 24 rayé pèse environ 27 à 28 kil., celui du mortier de 22c près de 60 kil., et celui du plus faible calibre du 12 rayé 14 kil., on reconnaîtra que notre moyenne est plutôt un *minimum* qu'un *maximum*.

(2) Ces *366* bouches à feu se décomposent ainsi :

Pièces de 12c.....	160	44 %
Pièces de 15c.....	193	54
Mortiers (de 21c rayés et autres) ...	13	2
	366	100 %

France, la plupart de nos places ont succombé plutôt sous l'influence combinée de la famine et de certaines causes politiques ou morales que sous l'action militaire proprement dite. Et la science poliorcétique des Allemands n'a qu'une part médiocre aux trop mémorables capitulations de Metz et de Paris. Ces chiffres, loin d'être des exceptions, nous représentent donc, au contraire, assez médiocrement les moyennes que l'avenir nous réserve en ce genre. Nous n'avons eu, en effet, dans ces récents exemples qu'un début incomplet et l'imparfaite représentation de la guerre de siége moderne. C'était encore l'ancien système de fortification avec ses défauts et ses lacunes, avec ses nombreuses escarpes en maçonnerie, avec sa pénurie d'abris voûtés, son système de forts détachés plus ou moins ébauché sinon totalement absent (comme à Strasbourg) ; c'était encore, disons-nous, le système défensif de la veille, qui était opposé aux nouveaux moyens de l'attaque.

Mais le jour où chaque place sera pourvue d'une organisation et d'un outillage conformes aux exigences actuelles ; le jour où la terre et le fer seront substitués partout où cela est nécessaire, aux impuissantes et dangereuses murailles de pierre, n'est-il point certain que la tâche de l'assiégeant sera singulièrement aggravée et que ses engins devront fournir un travail destructeur autrement considérable ? On parle bien, il est vrai, de l'aptitude remarquable des obus oblongs, soit à ouvrir des *brèches lointaines* dans des escarpes couvertes, soit à raser des parapets et des masques de terre. La première propriété est incontestable ; les Allemands l'ont prouvé devant Strasbourg, où nous les voyons pratiquer ces brèches lointaines au tir plongeant à des distances de 7 *et 800* mètres. Il faut noter seulement que de tels résultats exigent, en poudre et en fonte, des consommations de 30 à 35 tonnes (1). Quant à la prétendue faculté de bouleverser

(1) Voir l'ouvrage du général Hohenlohe « *Ideen uber Belagerungen.* » Dans les expériences de l'île d'Aix (1863-64), une brèche de 20 mètres

et de niveler des masses de terre, les nombreuses tentatives faites dans ce sens n'autorisent à la considérer que comme une hypothèse absolument gratuite. Les avocats les plus convaincus de ce genre d'entreprise sont eux-mêmes contraints de reconnaître qu'en l'état actuel, l'énorme consommation de munitions nécessaires ferait, en réalité, de la possibilité de l'opération une *fiction* théorique. On comprend, du reste, toute l'importance du problème ainsi posé, problème dont la discussion touche à cette intéressante question des contre-gardes et autres masques de terre si fréquemment employés depuis peu, pour le défilement des œuvres vives de la fortification. Mais il faut bien reconnaître que les obus oblongs, hormis ceux d'un calibre exceptionnel, se sont montrés jusqu'alors, en paix comme en guerre, d'une efficacité médiocre pour procurer le *rasement* de ce genre d'ouvrages. La guerre américaine de la sécession nous offre, de ces entreprises avortées, quelques exemples caractéristiques bons à méditer. C'est ainsi que l'on voit l'artillerie des *monitors* fédéraux, dans le bombardement du fort Wagner (Charleston), s'épuiser presque infructueusement contre certains ouvrages en terre, où, d'après les calculs faits, le mètre cube de terre bouleversée n'exigeait pas moins que l'énorme masse de *5* à *600 kil.* de fonte et de poudre ! Que serait-ce quand il s'agirait de raser une contre-garde, sur une étendue suffisante pour faire brèche, *au travers*, à l'escarpe démasquée ? Il ne faudrait pas moins de 50 à 60 tonnes de métal. Une telle disproportion entre la dépense et les résultats équivaudrait à peu près à un échec. Ce sont des faits de cette nature, plusieurs fois observés, qui ont conduit l'amiral Porter, dans son lumineux rapport sur les opérations de cette guerre fameuse, à conclure le rejet définitif des murailles de pierres et l'emploi de la terre partout où la cuirasse est impossible.

contre des escarpes pourvues, il est vrai, de voûtes en décharge, n'exigeait que douze à quinze tonnes de fonte et de poudre. Mais c'était des *expériences de paix*.

C'est la méditation de ces faits caractéristiques, de ces observations nombreuses qui peut seule nous mettre à même de tenter, sur la composition présumable des équipages de siége, quelques supputations rationnelles. La nature et l'importance des entreprises poliorcétiques varient sans doute suivant une échelle fort considérable, et dont il serait aussi difficile qu'inopportun d'examiner tous les termes. Mais si nous voulons viser le cas le plus intéressant, c'est-à-dire le cas des places de premier ordre, nous ne pensons point exagérer en fixant, pour la moyenne des équipages de l'avenir, les limites de 250 à 300 bouches à feu (1). Ces chiffres (dont nous donnons, avec quelques détails, la justification motivée dans la note *d*), comporteraient, entre les différents calibres usuels, une répartition qu'on ne saurait, bien entendu, préciser à l'avance. Une telle répartition ne peut être, dans chaque cas, que le résultat synthétique des circonstances de temps, de lieux, d'organisation et d'armements militaires. Aussi ne tenterons-nous, à cet égard, qu'une esquisse tracée à grands traits, s'adaptant le plus logiquement possible aux conditions du moment, mais présentée sous la réserve des imminentes modifications du lendemain.

C'est à ce titre provisoire que nous admettrons les proportions suivantes (pour l'hypothèse de 300 bouches à feu) :

		NOMBRE ralatif	NOMBRE absolu
1°	Bouches à feu *grosses*, de poids compris entre *4 tonnes et 10 tonnes*, calibres de 16c à 22c, pesant généralement plus de 100 fois le poids de leur projectile moyen.	10 %	30
	A REPORTER...	10 %	30

(1) On peut lire, dans la *Revue d'Artillerie*, numéro d'octobre 1872, qu'il vient d'être récemment statué, en Russie, sur l'organisation *permanente* de trois équipages de siége comprenant chacun une moyenne de QUATRE CENTS BOUCHES A FEU.

	REPORT...	10 %	30
2°	Bouches à feu moyennes (les plus grosses actuelles) de poids compris entre *1t,5 et 4t*. Calibres de 12c à 16c pesant généralement environ 100 fois le poids de leur projectile moyen.	60 %	180
3°	Bouches à feu légères (pièces de campagne) de poids compris entre 0t5 et 1t. Calibres de 7c à 12c pesant généralement environ 80 fois le poids de leur projectile moyen.	30 %	90
	Total.....	100 %	300

Les poids approximatifs se déduisent aisément de ce tableau, en partant des données que nous développons avec plus de détails dans la note *d*, et que nous rappelons ici succinctement.

Les pièces de la 1re catégorie sont évaluées à la moyenne de 7 tonnes. Leur approvisionnement en projectiles limité au chiffre de *250* par pièce. La grosseur du calibre explique suffisamment l'exiguïté relative de cet approvisionnement. Le matériel et les attirails, enfin, plus compliqués ici que pour les autres groupes, s'ajoutent aux projectiles pour constituer un poids supplémentaire qu'on ne croit pouvoir estimer à moins de *cinq* fois celui des bouches à feu (2,5 pour les projectiles, 2,5 pour le matériel et attirails), soit pour ce groupe, en poids

$$30 \times 6 \times 7 \text{ ou } 1{,}260 \text{ tonnes.}$$

Les pièces de la 2me catégorie, savoir nos pièces de 24 et de 30 actuelles et nos gros mortiers lisses (1) sont évaluées à une moyenne de 2,5 tonnes. Leur approvisionnement en

(1) Nous maintenons dans les équipages de l'avenir les gros mortiers lisses. Nous croyons que pour longtemps encore la pratique générale justifiera notre hypothèse. Les bouches à feu sphériques ont jusqu'alors sur les obus oblongs une incontestable supériorité comme effets d'*explosion* et d'*écrasement*.

projectiles porté au chiffre moyen de *400* par pièce. Ce sera, avec le matériel et les attirails, un poids supplémentaire d'environ *sept* fois celui des bouches à feu. Soit, pour ce groupe, en poids :

$$180 \times 8 \times 2{,}5 \text{ ou } 3{,}600 \textit{ tonnes.}$$

Les pièces de la 3me catégorie enfin, qui sont nos pièces de campagne ou nos pièces légères de siége, représentent une moyenne de *0,8* tonne. Leur approvisionnement en projectiles, qui doit être largement déterminé, est fixé à *600* par pièce. D'où un poids supplémentaire, y compris le matériel et les attirails, d'environ *neuf* fois celui des bouches à feu, soit, pour ce groupe, en poids :

$$90 \times 10 \times 0{,}8 \text{ ou } 720 \textit{ tonnes.}$$

L'ensemble des trois groupes s'élèverait ainsi au poids total de *5,580 tonnes* (1).

Répéterons-nous, en face d'un chiffre aussi considérable, des observations qui ont, ici, toute l'évidence d'un axiôme? Se figure-t-on, en effet, le transport de ces *5,000 tonnes* de matériel s'effectuant par des charrois et sur les routes ordinaires? Les hypothèses, même les plus favorables, sur la qualité des chaussées, sur l'abondance des ressources en voitures et animaux de trait, ne suffiraient point à autoriser la conception d'une semblable entreprise. Car nous le répé-

(1) Nous ne pouvons entrer ici dans tous les détails de la composition d'un équipage de siége. Nous disons seulement qu'en principe nous évaluons à deux fois et demi et trois fois le poids des bouches à feu, la masse du matériel et attirails : affûts, voitures, bois de plates-formes, fascinage, etc. Quant aux chiffres *250*, *400*, *600* exprimant les nombres respectifs de projectiles, il est clair que ce n'est là qu'*un premier approvisionnement* que le complément nécessaire doublerait au moins. L'ancien équipage normal (voir l'*Aide-Mémoire*), qui comporte *175* bouches à feu, est établi pour des approvisionnements de *900* à *1,000* coups par pièce. Son poids total est de *4,000* tonnes. Si nous avions pris les mêmes bases tout d'abord, ce n'est point à *5,500* tonnes que nous serions arrivé, mais à plus de *10,000* tonnes.

tons, le poids absolu n'est point le seul élément à considérer, et quand il s'agit de voiturer des fardeaux pesant plusieurs tonnes d'un *seul bloc*, comme les canons de gros calibres, on sent bien que le *rail* seul et le wagon sont les seuls moyens capables d'offrir la résistance nécessaire.

Quant aux limites de délai compatibles avec la rapidité actuelle des opérations de guerre, il est clair que l'emploi des voies de terre, disposât-on de plusieurs routes et d'une sécurité parfaite sur ses derrières, conduirait à des ajournements inadmissibles. Imaginerait-on en vérité cette anomalie qui nous ramènerait à de vrais siéges de Troie, dans les luttes du XIXe siècle ? On a bien vu, à des époques encore récentes, nombre de siéges importants traîner en longueur et avorter parfois après de longs efforts. Qui ne se rappelle les mémorables épisodes tels que les prises de Pampelune, d'Anvers, de Sébastopol, ou bien les premiers échecs essuyés devant Constantine, Puebla, etc. ? Mais pour chacun de ces cas, l'art de l'attaque comme celui de la défense étaient loin d'être ce qu'ils sont aujourd'hui, et la révolution du canon rayé n'était point accomplie. On doit ajouter, en outre, que pour ces exemples comme pour tant d'autres signalés par l'histoire contemporaine, la principale cause de l'échec ou des atermoiements du succès, peut généralement se trouver dans l'insuffisance ou dans une parcimonie mal entendue des moyens d'attaque. N'est-ce point, pour le dire en passant, un nouvel et décisif argument en faveur de la dotation largement conçue que nous avons assignée à nos équipages de siége ? Qu'on songe aux désastreuses conséquences d'une opération de siége avortant par pénurie de ressources, et notre hypothèse de 300 bouches à feu semblera répondre à peine aux exigences de la réalité.

C'est ainsi que nous constatons à chaque pas de notre investigation l'indispensable nécessité de la voie ferrée. Notre analyse serait toutefois incomplète si nous n'indiquions, en quelques mots, le mode de fonctionnement de ce puissant organe et son aptitude à résoudre, en particulier, les difficultés que nous venons d'énumérer.

5,000 tonnes à transporter donneront, avec le poids mort des véhicules qu'on ne saurait porter à moins de la moitié du fardeau réel, une masse totale de *7,500 tonnes*. Or, une locomotive du modèle le plus usuel (*avec 3 essieux couplés et 35 tonnes de poids utile*) peut traîner, ainsi qu'on le verra plus bas, sur des rampes à pentes moyennes (inférieures à 0m015), un poids brut de *250 tonnes* en moyenne, à condition que les vitesses de circulation n'excèdent point *30* à *35* kilomètres par heure (1). Il est vrai que sur une voie tout entière *en palier*, le chiffre de ce poids brut s'élèverait à près de *800 tonnes*. Mais l'hypothèse d'une ligne ferrée *horizontale* sur toute sa longueur n'est point admissible dans la pratique, et c'est déjà faire un sacrifice partiel du cas le plus général que de nous arrêter, pour les pentes les plus ordinaires, au maximum de 0m015 (par mètre courant). Nul n'ignore que les progrès journaliers dans l'exploitation et surtout dans la construction des machines permettent aux ingénieurs de s'affranchir de plus en plus des entraves et des difficultés du début. Les pentes de *0,020*, *0,030* et même *0,040* ne sont point rares aujourd'hui, et ne donnent peut-être point encore, pour les tracés de l'avenir, le dernier mot de la science.

Quoi qu'il en soit, notre moyenne de *250* tonnes de poids brut nous conduit au chiffre de *160 à 170 tonnes* (environ les 2/3) pour le poids utile. Tels sont les poids brut et utile, correspondants à la puissance tractive d'un train ordinaire de *25 à 30 wagons*. Le rapprochement de ces chiffres, avec les totaux calculés plus haut, nous indiquera le nombre de trains nécessaires pour le transport de notre équipage idéal. *7,500* tonnes à diviser en groupes de *250 ou 5,000* en groupes de *170*. Soit *30* trains pour l'accomplissement intégral de cet énorme déplacement.

Le résultat auquel nous venons de parvenir, à l'aide des

(1) On reviendra avec détail sur ces données techniques dans les chapitres suivants.

données empiriques et théoriques qu'on peut contrôler, n'est point, qu'on l'observe d'ailleurs, un résultat entièrement spéculatif. Nous en trouvons la confirmation la plus explicite dans les documents détaillés qu'à l'heure où nous écrivons (août 1872) les Allemands commencent à publier sur leurs opérations de la dernière guerre (1). Le gouverneur de Mayence, qui était assurément bien placé pour acquérir quelque compétence sur ces questions de transports, évalue à *15 trains* le travail de traction à demander au chemin de fer pour l'expédition de ce qu'il n'appelle encore qu'un *premier convoi* de l'équipage de siége, savoir de 100 à 120 canons. Suivant cet officier, dont nous ne pouvons mieux faire que de citer les conclusions assurément autorisées, l'exécution de ce premier envoi, qu'il faudrait évidemment compléter par un appoint à peu près équivalent pour le siége d'une grande place, se ferait dans les conditions suivantes :

Pour la formation, le chargement et l'expédition des trains (avec une heure d'intervalle au moins entre deux trains)	*Un* jour
Pour le trajet, tant que la distance à parcourir ne dépassera point *300* kilomètres	*Un* jour
Pour le déchargement des trains, à 30 heures par train, et en supposant 5 ou 6 chantiers de débarquement	*Six* jours

En tout *huit* jours, c'est-à-dire, ajoute l'auteur cité, beaucoup moins de temps qu'il n'en faudrait à l'armée de siége pour effectuer ses mouvements préparatoires d'investissement et d'installation, la voie ferrée permettant, ainsi, de tirer le premier coup de canon, dès qu'on arriverait sous les murs de la place.

Notre supputation de *trente trains* pour l'équipage entier

(1) Voir, entre autres, l'ouvrage *Réflexions et considérations sur la Guerre franco-allemande de 1870-71*, par le gouverneur de Mayence.

se trouve donc justifiée. Ce chiffre, au surplus, paraîtra d'autant plus rationnel qu'on se reportera plus attentivement aux détails de l'opération. Nous ne citerons, à ce titre, que ce fait caractéristique, également déduit de l'expérience directe, d'une seule pièce de 24 n'exigeant, pour ses projectiles, son matériel et ses attirails, rien moins que *cinq wagons*. Cette donnée particulière fait juger du reste.

Les voies ferrées, par lesquelles nous voyons ainsi mobiliser les plus lourdes masses, grâce auxquelles les équipages de siége, qui absorbaient autrefois la circulation pendant des mois entiers, peuvent suivre, désormais, les armées presque pas à pas; les voies ferrées procurent encore à l'assaillant d'autres et non moins précieux avantages. Non-seulement la locomotive lui permet de rassembler à bref délai ses vastes moyens d'action, de les alimenter, ensuite, au gré des exigences, chaque jour plus compliquées, de l'entreprise. L'exposé qui précède nous montre, en effet, notre parc idéal de *300* bouches à feu, avec son premier approvisionnement de *4 à 600* coups par pièce, transportable à plusieurs centaines de kilomètres en moins de deux semaines. Quant à l'alimentation en projectiles, en fallut-il finalement 1,000 ou 1,500 par pièce, elle n'est plus certainement, en comparaison du premier effort, qu'une tâche secondaire et sans difficultés sérieuses. Mais il est une autre partie essentielle de l'entreprise, qui reçoit de l'usage des voies ferrées une solution éminemment simplifiée.

L'énumération rapide que nous venons de faire implique évidemment l'existence d'ateliers, de dépôts, de magasins, dont l'importance soit en rapport avec la puissance de destruction attribuée à la machine. Avec la seule ressource des routes ordinaires, il eût été chimérique de songer à tenir ces établissements à plus de quatre ou cinq marches de la place assiégée. Mais cette distance, autrefois en harmonie avec la lenteur relative des mouvements stratégiques, serait absolument inadmissible avec la rapidité actuelle des opérations de campagne. Ces quatre ou cinq marches ne seraient point, assurément, un obstacle sérieux contre les surprises et les

coups de main d'un ennemi quelque peu audacieux. Une armée d'observation, si faible qu'elle fût, de simples corps de partisans, suffiraient pour menacer et paralyser une base d'opérations qu'on aurait, de la sorte, aventurée. Et le désir de gagner du temps, d'abréger le labeur des transports, aurait conduit à la plus détestable des combinaisons. Le chemin de fer lève en partie ces difficultés et permet seul de concilier la célérité des transports avec un prudent éloignement des dépôts.

Nous venons de voir, en effet, qu'avec la locomotion à vapeur, les distances à franchir n'exercent plus qu'une influence véritablement secondaire. Un ou deux jours sur quinze; telle est la part la plus large qu'il convient en général d'assigner à cette partie de l'opération. Le plus gros de la besogne se rattache, on le sait, soit à l'organisation, soit au déchargement des trains. Ce sont là, d'ailleurs, les conséquences toutes naturelles de l'emploi d'un moteur circulant couramment avec des vitesses de 30 à 40 kilom. (à l'heure), et pour lequel une différence de 100 kilom. en plus ou en moins n'est en somme que l'affaire de quelques heures. N'est-il point évident, dès-lors, qu'on se trouve sensiblement plus à l'aise pour le choix de la base d'opérations et que l'éloignement des dépôts, loin d'être comme autrefois une faute grave ou un inconvénient, constitue désormais la règle de l'avenir? C'est dire également que les exigences, autrefois contradictoires de la rapidité des transports et de la sécurité des magasins, cessent d'imposer leur embarrassant dilemme, et laissent une liberté relative aux combinaisons stratégiques.

Il ne faudrait point, sans doute, s'exagérer le sens de ces réflexions et porter au-delà de certaines limites pratiques la latitude, ainsi laissée, pour l'emplacement de la base d'opérations. Il est à peine nécessaire d'insister à cet égard et d'observer qu'au-delà d'une distance exigeant un ou deux jours de marche en chemin de fer, les règles de la plus élémentaire prudence seraient méconnues ou mal interprétées. Mais en-deçà de ces limites qu'on peut raisonnablement

chiffrer jusqu'à *400 et 500* kilom. (environ un jour de marche), la marge est certes assez grande pour permettre à tout général avisé d'organiser, en toute liberté, le service de ses réapprovisionnements. Dès-lors qu'une ligne d'opération peut s'allonger dans de telles proportions, que les différentes régions de la frontière amie sont devenues à peu près également utilisables et exploitables comme centres d'alimentation, il est hors de doute qu'une des plus grandes difficultés de la guerre de siége est résolue, et qu'à cet égard le cadre des entreprises couramment praticables a pris un développement qu'on ne saurait trop méditer. Avec des lignes de communication ferrées, une armée victorieuse est en mesure de menacer également et les nouveaux rassemblements qui lui seront opposés en rase campagne, et les places fortes les mieux abritées. De telle sorte qu'un premier succès vigoureusement poursuivi peut livrer le pays envahi jusqu'au cœur, et mettre en quelques jours le vaincu à la merci du vainqueur.

La France surprise vient d'être la trop mémorable victime de cette nouvelle stratégie. Ses armées coupées, désorganisées ou bloquées. Ses champs envahis avec la rapidité de la foudre. Ses plus grandes places paralysées, assiégées. Tout cela presque au lendemain des premières rencontres. Voilà certes d'ineffaçables et navrants souvenirs. De telles leçons, qui tuent les faibles, provoquent les forts à un réveil terrible. Etudions et recueillons-nous, mais surtout n'oublions pas, n'oublions jamais ce fait saisissant, en quelque sorte révélateur, que sans les chemins de fer, et malgré nos désastres du début, les Allemands n'auraient jamais pu camper sous les murs de Paris, y faire vivre leurs innombrables bataillons et finalement infliger à la capitale des Gaules le stigmate du pied teuton ! Souvenons-nous.

Il est enfin un point des opérations où la similitude des conditions vient imposer aux deux adversaires, assiégeant et assiégé, l'emploi des moyens identiques et l'application des mêmes méthodes. Nous avons vu, à propos de la défense, que la puissance et la portée des nouveaux engins exigent, d'une part, un surcroît d'ouvrages défensifs, de l'autre, un

développement, en quelque sorte une *dilatation* inusitée. Que le concours de ces deux circonstances, *armements considérables, rayonnement à plusieurs kilomètres*, rend, pour les grandes places, les voies ferrées intérieures ou les tramways presque aussi indispensables que les voies ferrées extérieures. Des conclusions analogues s'étendent pour les mêmes motifs aux travaux de l'attaque. Il suffit à cet égard d'envisager avec quelque attention les situations respectives des deux adversaires et les nécessités nouvelles qu'impose à l'assiégeant l'attitude présumée de la défense. En face d'une enceinte largement armée d'une artillerie haute à gros calibres, couverte par une ceinture de forts avancés, il est clair qu'on ne saurait plus maintenir, pour les différents établissements de l'attaque, le système des anciennes distances. Les chiffres de *600*^{m} *et de 300*^{m}, qui répondaient, jadis, aux premières étapes de l'assiégeant, sont devenues des impossibilités. L'ouverture d'une première parallèle ainsi tentée à la bouche des nouveaux canons, l'installation des parcs et des dépôts de tranchée aventurée, comme il était encore d'usage il y a peu d'années, à quelques *1,500 ou 2,000* mètres, seraient actuellement des témérités aussi impraticables d'ailleurs que dangereuses.

La rapidité surprenante avec laquelle se sont succédés les nombreux changements techniques, et les faits contemporains qui en sont les conséquences, n'ont point encore, il est vrai, permis l'élaboration méthodique d'aucune formule, d'aucun système formé de toutes pièces et approprié au nouvel ordre de choses. Partout l'anachronisme des anciences doctrines est flagrant et la respectable théorie des journaux de siége est ébranlée jusque dans ses fondements. Mais le temps a manqué, jusqu'alors, pour coordonner les matériaux isolés de l'expérience, et la reconstruction de l'édifice est un problème de l'avenir. Il est cependant possible d'entrevoir, dès à présent, sinon l'ensemble des modifications, au moins quelques-unes des principales données, ou ce que nous appellerions volontiers le sens général de l'évolution.

Toutes les distances de stationnement ou d'action sont doublées ou triplées pour l'assiégeant; ses parcs et ses dépôts de tranchée ne peuvent plus être à moins de *7,000 et 8,000 mètres* des ouvrages avancés. Les rayons d'investissement doivent également embrasser de semblables étendues de terrain, qui permettent la libre circulation des patrouilles, et les tiennent en dehors de la zone dangereuse. Il conviendra, d'autre part, que dès le début et avant l'ouverture d'aucune tranchée régulière, l'artillerie de l'attaque entame, avec les pièces hautes de la défense, une lutte énergiquement soutenue. Cette lutte, qui sera, suivant les circonstances, ou un bombardement de la place ou une première tentative de destruction de ses parapets et de leur armement, commencera, selon toute apparence, dans la région de 3,000 mètres (1), cette distance correspondant à la bonne portée moyenne des futurs calibres de siége.

Après cette période viendra celle de l'ouverture de la tranchée et de l'établissement de batteries plus rapprochées et plus puissamment armées. Ces batteries, que nous qualifierons plus spécialement de *batteries de démolition*, opérant dans une zone de 1,500 à 1,000 mètres, auront à s'attaquer aux remparts mêmes, aux tourelles des saillants. C'est elles qui, par la combinaison du tir plongeant et du tir direct, s'acquitteront de la partie véritablement décisive de l'entreprise et préluderont au *verdict* final. Il leur faudra nécessairement une organisation plus consistante, et l'emploi des boucliers de fer, des *affûts mobiles* (2), de tous les engins

(1) Notre canon de 30 (16c), qui va jusqu'à *6,000* et *6,500*m, porte à *3,000*m sous un angle de tir de 10°. Ses écarts probables ne sont, à cette distance, qu'environ *40*m *en portée* et *3*m *en direction*. Mais les études actuelles permettent de présumer qu'*on fera mieux encore*.

(2) Je veux parler de ce genre d'affût récemment imaginé pour permettre le tir à barbette et dont il est question dans la note *b*. Les types les plus connus sont : l'affût *Moncrieff* (rampe cycloïdale et contre-poids) ; l'affût *Gruson* (à triangles articulés et contre-poids) ; l'affût *Hutchinson* (à pompe de compression à air). Dans ces différents types, la pièce doit s'abaisser après

perfectionnés, en un mot, trouvera, dans ce cas, son application toute indiquée.

Sans pousser plus loin l'ébauche de ces aperçus, dont l'étude détaillée appartient aux ouvrages spéciaux, on voit dans quelles proportions la tâche de l'assiégeant s'est également développée, et comment s'est compliqué d'exigences nouvelles le programme de ses travaux indispensables. Il n'est point douteux qu'une assiette d'opérations aussi étendue, le transport de son matériel à des distances aussi considérables, la manipulation d'engins ayant une masse exceptionnelle, sont devenus pour lui, comme pour l'assiégé, autant de motifs péremptoires de recourir à l'emploi du rail-way, des machines, voire même de la locomotive. Il lui faudra des tramways pour aller de ses parcs aux batteries. Des moyens mécaniques pour installer et manier ses lourdes pièces ; l'organisation, en un mot, d'un système assez puissans pour mobiliser son attirail d'attaque. C'est dire qu'il est désormais, sous ce rapport, aussi indispensable aux armées de siége qu'aux armées de campagne de posséder un personnel compétent et des ressources spéciales. Il faut, aux unes comme aux autres, des *bataillons de chemin de fer*, *des télégraphiers*, etc., de même qu'elles ont déjà des sapeurs et des pionniers. Il leur faut enfin un matériel suffisant pour la construction de ces voies ferrées improvisées qui constituent, suivant nous, les seules voies admissibles pour l'armement et l'approvisionnement des nouvelles machines de destruction.

Constatons, au surplus, que l'introduction méthodique de ces diverses mesures dans les pratiques de la guerre ne serait que l'application plus ou moins régularisée de ce que

le coup, de manière à se *défiler*, puis s'exhausser seulement pour le tir. J'ai moi-même fait un premier essai de *parallélogramme articulé* qui m'a donné des résultats satisfaisants (en 1869). Quoi qu'il en soit du type auquel on doive s'arrêter, j'insiste pour appeler l'attention sur cette question capitale. L'*affût mobile* ou, suivant une dénomination plus générale, l'*affût-éclipse* est certainement l'affût des guerres de siége de l'avenir.

nos ennemis ont su faire sur une assez vaste échelle, de ce que nous avons pu étudier à nos dépens dans la dernière guerre de 1870-71.

N'avons-nous point vu, en effet, les Prussiens, pour leurs opérations de siége plus encore que pour celles de campagne, organiser et pratiquer avec une sollicitude toute particulière l'exploitation de nos grandes voies ferrées de l'Est? Sollicitude fort motivée, ajouterons-nous, car, ainsi que nous l'avons déjà observé, comment aurait tourné le blocus de Paris sans ces puissantes lignes d'alimentation? La première préoccupation de ces adversaires avisés ne fût-elle point constamment de réparer et d'entretenir ce précieux outil; de créer même, quand il le fallait, des tronçons auxiliaires, comme ils surent le faire en quelques jours sous les murs de Metz, grâce à l'inaction du général français, qui leur permit de fermer ainsi la trouée de la place dans la grande ligne (1)? Cette sérieuse étude de l'application militaire des chemins de fer, cette initiative résolue et cette incontestable habileté de nos ennemis dans la pratique d'une des plus considérables innovations du siècle, constituent certainement le premier titre de gloire de ces heureux vainqueurs; et nous devons reconnaître que, sous ce rapport au moins, les louanges de la renommée, toujours indulgente pour le succès, seront confirmés par l'impartiale histoire.

Mais ces titres de priorité que nous accordons à la Prusse,

(1) Le chemin de fer construit par les Allemands pour relier la ligne Forbach-Metz à l'autre portion, Metz-Frouard, avait une dizaine de kilomètres au moins et fut établi en *quinze jours*. — Nous citerons également un autre exemple remarquable de ce genre de constructions parvenu à notre connaissance : Les Russes, dans leurs exercices spéciaux de 1871, ont construit, avec stations et annexes nécessaires, une ligne de neuf kilomètres environ, dans l'espace de sept jours. Le personnel employé à ce travail consistait en une division d'infanterie et un bataillon du génie. Le montant des dépenses a été évalué à la moyenne de 70,000 fr. par kilomètre. (*Revue de l'Etranger*). — Il y aurait, d'ailleurs, tout un livre de statistique à faire sur les exercices de ce genre mis à l'ordre du jour dans les armées européennes.

pour ses bataillons de chemin de fer, pour l'organisation spéciale dont ses armées nous offrent les premiers types réguliers, cette justice rendue ne doit point nous faire oublier les autres exemples mémorables du même genre, qu'on rencontre, en remontant, de quelques années seulement, l'histoire militaire contemporaine. Bien avant les guerres de 1866 et de 1870-71 nous voyons apparaître dans la guerre de siége, soit à Sébastopol (1854-55), soit dans les luttes de la sécession américaine, au fameux siége de Vicksburg (sur le Mississipi, 1864), l'emploi méthodique des voies ferrées improvisées, ou tramways, par les assiégeants. Ces débuts remarquables qui précédaient même l'introduction de l'artillerie rayée et celle des armes à tir rapide, ont été véritablement les signes précurseurs de la grande évolution qui s'accomplit aujourd'hui. Nous retrouvons ici une nouvelle preuve de cette filiation continue des idées et de leur application pratique, une manifestation éclatante de ces grandes lois naturelles, en vertu desquelles tout s'enchaîne et se produit à son heure. *Natura facit non saltus.* Vérité rassurante et profondément *vraie* pour l'humanité comme pour la nature. Les nations, engagées sur la grande voie du progrès, y poursuivent leur marche d'un pas certainement inégal, dans le temps comme dans l'espace. La prépondérance, on pourrait dire l'hégémonie civilisatrice, y subit de perpétuelles oscillations et, parfois, de mystérieux déplacements. Elle passe d'un peuple à l'autre avec la même et irrésistible impulsion. Mais jamais la marche ne s'arrête, jamais surtout une nation digne de ce nom ne doit lire son *irrévocable* destin dans les infortunes ou l'épuisement d'un jour !

Nous sommes parvenu au terme de la tâche que nous nous étions imposée dans cet exposé préliminaire. Montrer, par l'examen des nouvelles conditions de la guerre moderne comme de ses tendances présumables, *l'indispensable nécessité* qui s'impose de plus en plus de recourir à l'emploi des voies ferrées, soit pour les opérations de campagne, soit pour les opérations d'attaque et de défense des places. Etablir non-seulement que la défense des Etats exige désormais

la création et l'usage judicieux d'un réseau stratégique, ce qui est aujourd'hui une vérité presque banale, mais encore faire voir, à l'étude des détails techniques, comment cette vérité naît, s'établit à chaque pas, se fortifie de chaque argument, et constitue finalement le principe de toute sécurité nationale. Tel a été notre but. On se rend compte par là des développements que nous avons voulu donner à ces préliminaires. On comprend pourquoi nous avons insisté sur l'énumération des diverses circonstances de guerre, où les questions de locomotion jouent un rôle direct ou indirect. Pourquoi nous avons parlé successivement et avec quelques détails des *grands effectifs* propres aux armées modernes, de leur *puissante artillerie* et de leurs *énormes convois*. Pourquoi nous avons montré la guerre de siége à la veille de subir, si ce n'est déjà fait, une révolution plus considérable encore que la guerre de campagne. Toutes ces considérations, dont on voit bien que nous n'étions point maître d'abréger le développement, tous ces aperçus tirés des faits ou déduits de simples tendances, constituent le fondement substantiel de l'étude technique qui va suivre. Il importait que ce point de départ satisfît à la première de toutes les conditions, la netteté, et qu'en un tel sujet relativement nouveau la discussion n'eut point à souffrir de l'équivoque des prémisses. Nous ne sommes pas loin, en effet, du temps où des esprits compétents croyaient pouvoir défendre les anciennes traditions par cette singulière boutade « que nous » veut-on avec ces grandes masses (armées) ? On ne peut » ni conduire ni nourrir des armées de 300,000 hommes, et » encore moins les faire agir. » 1866 et 1870 ont-ils dissipé ce préjugé et ouvert les yeux des moins clairvoyants ? Nous le pensons, et nous avons admis que l'Europe le pensait avec nous.

Ces considérations ont en outre, d'ailleurs, un autre but non moins digne de nos méditations. Elles conduisent toutes à cette conviction légitime, nous dirions presque, à l'heure actuelle, éminemment patriotique. C'est que la richesse et la puissance industrielles d'un peuple doivent, à moins d'une

impardonnable incurie, assurer sa dignité et sa sécurité sur des bases inébranlables; c'est que la France, malgré ses immenses malheurs, malgré ses erreurs, tient en main le tout-puissant instrument de sa régénération : *l'amour du travail* et le *crédit économique* qui en est la récompense. Il serait odieux qu'avec de telles forces, nos générations à venir fussent indéfiniment courbées à la tâche pour remplir la besace du Teuton.

Nous pouvons maintenant procéder, dans le livre suivant, à l'étude technique de notre sujet.

LIVRE II.

EXPOSÉ THÉORIQUE ET TECHNIQUE.

On se propose, dans ce livre, d'examiner le côté particulièrement *technique* de la question, c'est-à-dire de rechercher, en s'appuyant uniquement sur des considérations de mécanique industrielle, quelle est, d'une part, la *puissance tractive* moyenne propre aux différentes catégories de lignes ferrées; et quel serait, d'autre part, le régime de circulation approprié le plus sûrement à leurs ressources respectives. Ce problème est le premier que doive se poser toute entreprise voiturière. Les solutions, dont il est susceptible, fournissent au commerce ses principaux éléments d'activité; ce sont elles qui, suivant les cas, peuvent imprimer au trafic national l'impulsion continue dont il a besoin, ou le jeter dans ces crises funestes, dont les affaires subissent la longue réaction. La France ne se trouve-t-elle point, aujourd'hui, dans cette situation profondément regrettable de constater l'insuffisance notoire de son réseau ferré pour les besoins du négoce, et de voir son développement économique sérieusement menacé par l'impuissance tractive de la plupart de ses grandes lignes (1)?

(1) On connaît toute la gravité de la question, qui a provoqué, dès le rétablissement de la paix (1871) la reprise active des travaux d'une *Commission parlementaire d'enquête* sur les chemins de fer. Les circonstances

S'il est ainsi journellement constaté que l'analyse exacte des ressources et de la puissance d'une ligne ferrée sont, pour les opérations industrielles et commerciales, des éléments indispensables à l'établissement d'un régime régulier; s'il arrive que, dans ce service, les erreurs d'appréciation, les lacunes, ou une insuffisance d'organisation, acquièrent, parfois, des proportions inquiétantes pour la prospérité d'une province, d'un pays tout entier. Il faut bien reconnaître que ces divers inconvénients, déjà graves en temps de paix, peuvent devenir désastreux en temps de guerre, et qu'à ce moment, où les préoccupations sont absorbées ailleurs, où le temps et les moyens manquent également pour préparer le remède, les vices d'un état de choses négligé ou mal étudié doivent peser d'un poids décisif sur l'issue des événements.

au milieu desquelles on se trouvait alors, et qui ont persisté jusque dans le milieu de 1872, étaient véritablement déplorables. Presque toutes nos grandes lignes, celles de l'Est, de Paris-Lyon et du Centre surtout, étaient encombrées de marchandises et littéralement *engorgées* d'un stock qu'il a fallu *plus d'un an* pour déblayer. On devine ce qu'a dû souffrir le commerce d'un état de choses où, les lois et règlements suspendus, les arrivages devenus hypothétiques ou indéfiniment ajournés, les erreurs et la confusion passées à l'état de pratique journalière, semblaient avoir fait reculer le trafic jusqu'aux temps de la barbarie féodale.

On se tromperait d'ailleurs si l'on attribuait exclusivement cette crise à la guerre de 70-71. Il faut remonter plus haut pour trouver la vraie cause du mal et, par suite, le remède efficace à y apporter. Cette cause est dans le progrès continu de notre production et de notre développement économique général, développement qui ne saurait, en conséquence, s'accommoder de la fixité d'un réseau, dont l'étendue a pu être plus que suffisante au moment de sa création (il y a plus de *trente ans*), mais qui se trouve aujourd'hui trop exiguë.

La *concurrence* des lignes, sur chaque grande direction, et surtout sur celle du Nord au Sud, nous paraîtrait le correctif le plus efficace. La Commission parlementaire a cependant conclu au maintien du *monopole* des grandes compagnies primitivement concessionnaires. (Voir les rapports de 1872).

On sait assez jusqu'à quel point nous avons subi, dans la dernière guerre (1870-71), les conséquences d'une négligence trop avérée à l'endroit de ces questions vitales de *l'application militaire* des voies ferrées. La preuve à cet égard est faite pour longtemps, et il répugnerait à notre patriotisme comme à notre amour-propre, de penser que les Allemands pussent encore retrouver *une fois* les bénéfices d'une surprise aussi inespérée.

La question, avons-nous dit, comprend deux termes principaux.

La *puissance tractive* proprement dite, ou la force mécanique dont on dispose sur une ligne, pour *l'entraînement* de chaque train.

Le *régime de circulation*, ou le nombre de trains qu'une ligne est susceptible d'organiser et d'expédier dans un temps déterminé et d'une manière suffisamment continue.

Nous allons successivement étudier ces deux facultés fondamentales de toute ligne ferrée; montrer la part de chacune d'elles dans le fonctionnement normal de la ligne; comparer à chaque pas les résultats avec les exigences militaires, et formuler enfin quelques conclusions pratiques relatives à l'objet qui nous occupe.

§ 1er.

PUISSANCE TRACTIVE.

> Le mouvement (de la locomotive) n'est que le résultat des rayons du soleil mis en bouteille.
> (That it went by the bottled-up rays of the sun.)
>
> (STEPHENSON).

EXPOSÉ GÉNÉRAL.

La puissance tractive a pour expression élémentaire le nombre de kilogrammes ou plutôt le nombre de *tonnes* (car la tonne de *1,000* kilog. est l'unité usuelle des chemins de fer) [1] qu'une machine-locomotive peut traîner.

(1) On fait usage également, quand il s'agit de la composition d'un train d'une unité plus forte : le wagon chargé coté à *10* tonnes. Mais l'emploi de cette unité spéciale étant restreint à ce cas unique, nous nous servirons exclusivement dans nos calculs de la tonne métrique, qui est l'unité pratique de l'industrie voiturière, sur mer comme sur terre, la *tonne* ou le *tonneau*.

Cette puissance dépend essentiellement de trois éléments principaux :

1° La force de la locomotive ;

2° Le profil de la voie, ou l'inclinaison de la rampe ;

3° La vitesse de marche.

Ces trois éléments ne sont point, assurément, les seuls qui exercent leur influence sur la marche d'un train ; mais parmi tous ceux qu'on pourrait énumérer, les uns, comme le vent, la pluie, l'état de la voie, etc., n'ont qu'un caractère intermittent, accidentel, et toujours secondaire ; les autres, plus importants, à la vérité, tels que la nature des rails, la succession et la courbure des courbes, rentrent dans la catégorie des particularités propres à chaque ligne, et ne sauraient figurer dans une théorie générale. Quant aux trois premiers énumérés, leur action est permanente et constitue le principe même du fonctionnement du système.

Quelques mots d'explication rappelleront utilement la nature du rôle joué par chacun de ces éléments, et la place qu'on leur attribue respectivement dans les combinaisons de la pratique.

1). — Force de la locomotive.

On sait comment agit cet admirable engin de traction mis aux mains de l'industrie moderne depuis un demi-siècle environ (1). Un véhicule, dont une force intérieure (machine

(1) La première apparition de la locomotive, ou voiture à vapeur, date des commencements de ce siècle. — Trevithick et Vivian (1804), Blackett (1813), Stephenson, Seguin (1828) ; tels sont les plus célèbres pionniers de ces mémorables débuts.

à vapeur) tend à faire tourner les roues, repose sur le sol. S'il était possible de supposer que le sol n'opposât aucune résistance à ce mouvement de rotation ; si, par une hypothèse plus caractéristique encore, le véhicule se trouvait suspendu dans un milieu homogène l'enveloppant de toutes parts de résistances semblables ; il est clair que l'action de la machine se bornerait à la seule rotation des roues, sans déterminer de mouvement progressif dans aucun sens. Ce serait un travail uniquement *intérieur*, un *travail à vide*. Mais la réaction du sol, ou sa résistance au *frottement de glissement*, qui se fait sentir au seul point de contact des roues, intervient pour modifier le phénomène, et pour provoquer la production d'un travail *utile*. Cette résistance au glissement s'opposant, en effet, à la rotation *sur place* des roues, les contraint à tourner en avançant ; et le système roule sur le sol absolument en vertu des mêmes forces de réaction qui produisent la marche de l'homme et des animaux.

Pour concevoir actuellement avec quel degré d'énergie peut se produire ce mouvement progressif de roulement et quel fardeau supplémentaire il est susceptible de faire traîner à la locomotive, il suffit de se reporter aux données de la mécanique, relativement à la force de réaction dont nous venons de parler. Nous y trouvons que le frottement de glissement, cause génératrice du mouvement progressif signalé, représente toujours une fraction déterminée du poids du mobile, variable seulement avec la nature des surfaces frottantes ; que cette résistance au frottement se trouve être, en tout état de cause, beaucoup plus considérable que la résistance également opposée par le sol au simple roulement (le rapport de la première à la seconde variant de *20 à 30*, comme on le verra plus bas). C'est précisément à cette différence des deux espèces de réaction possibles, qu'est dû le phénomène de la transformation du mouvement de rotation des roues, en un mouvement de roulement progressif de tout le système. C'est, en un mot, dans le sens le plus commode que les résistances du sol se trouvent vaincues.

Si l'on admet, en outre, que la puissance de la machine

motrice soit susceptible d'atteindre jusqu'aux limites de la réaction de roulement, la locomotive sera, non-seulement, capable de se transporter en avant, mais encore de remorquer, à la manière d'un attelage ordinaire, un fardeau supplémentaire roulant. Il faut même ajouter qu'entre les deux moyens de traction l'analogie est complète. S'il est reconnu, en effet, que, pour l'animal de trait, la puissance tractive est proportionnée au poids du moteur, et, qu'au-delà d'une certaine limite de fardeau à traîner, limite subordonnée d'ailleurs à la nature du sol, du véhicule, etc., l'animal glisserait sur lui-même sans avancer ; il en est absolument de même pour la locomotive. La force dont elle permet de disposer est une fraction, toujours absolument déterminée (1), de la masse qui pèse sur les essieux des roues directement soumises à l'action de la machine ; plus cette masse, qui prend, en terme de métier, le nom de *poids adhérent*, est considérable, plus en d'autres termes, la locomotive est lourde, plus sa puissance tractive est grande, à condition, toutefois, que les ressources de la machine, la force en chevaux-vapeur, soient calculées en raison de ce poids adhérent. Mais au-delà de la limite correspondante, le convoi trop pesant n'avancerait plus, et la locomotive roulerait sur place par glissement, elle *patinerait*.

Ces explications relatives aux deux éléments constitutifs de la force d'une locomotive se trouvent dans tous les auteurs qui traitent de la matière. Il convenait, cependant, de les

(1) On connaît la loi principale du frottement de glissement, d'après laquelle la résistance au mouvement est égale *au poids du corps glissant multiplié par une certaine fraction*. Cette fraction, qui porte le nom de *coefficient de glissement*, est indépendante de l'étendue des surfaces frottantes, mais varie avec leur nature, comme avec la vitesse du mouvement. Ces notions sont trop élémentaires pour que nous insistions. Disons seulement, à titre de citation sommaire, qu'en admettant, avec les auteurs compétents, que le coefficient de frottement du fer sur le fer soit de *0,15* en moyenne, une locomotive d'un poids adhérent égal à *30* tonnes, donnerait une force tractive disponible de *4,500* kilogr. environ, soit, vitesse de marche à part, l'équivalent de *90* chevaux d'artillerie. *(Traction de guerre.)*

rappeler sommairement, pour caractériser les rôles respectifs joués par chacun d'eux, et pour permettre de voir clairement dans quel sens ont dû s'effectuer les recherches et les progrès, qui ont fait des machines primitives les puissants moteurs d'aujourd'hui.

Longtemps la notion de l'*adhérence* resta obscure dans l'esprit des plus habiles investigateurs. Chacun doutant, de prime-abord, des seules propriétés du frottement de glissement, s'ingéniait à doter son véhicule à vapeur d'organes plus ou moins compliqués ou délicats, également inadmissibles dans la pratique. Chez l'un, c'était un système de bras à griffes, venant s'accrocher au sol par un mouvement alternatif assez analogue à celui des jambes de l'homme. Chez l'autre, les roues motrices, au lieu de rouler directement sur le sol, engrenaient, à la façon des roues ordinaires, sur une crémaillère courant tout le long de la voie. Tous, en un mot, s'attachaient, avec la même persistance, la même défiance de l'adhérence *naturelle*, à recourir à l'expédient d'une adhérence *artificielle*, à réaliser, dans le roulement des roues motrices, un effet de *cramponnement*.

On en était là de ces infructueux tâtonnements (presque tous accomplis en Angleterre), lorsque l'Anglais Blackett, entrevoyant enfin la vraie solution, fixa les termes du problème, en assignant au seul frottement naturel la mission de fournir la résistance nécessaire à la traction (1813). Mais l'idée, lente à se dégager des entraves de l'application, ne parvint à une maturité pratique qu'après quinze ans d'une laborieuse incubation. C'est à l'illustre ingénieur Stephenson qu'il fut réservé de dénouer la situation d'une manière décisive, et d'ajouter à sa juste réputation d'inventeur la gloire de donner au monde industriel, la première locomotive roulant sur rails et remorquant un train, avec une vitesse qui garantissait déjà la rapidité de circulation dont nous bénéficions aujourd'hui (1828).

La question de l'*adhérence* ne constituait toutefois, on vient de le voir, qu'une partie du problème; il restait à vaincre la difficulté d'une machine motrice qui fût, sous un volume

relativement exigu, douée d'une puissance jusqu'alors inconnue. Les ressources qu'offraient alors, en effet, les seuls moteurs à vapeur en usage étaient d'une insuffisance flagrante. On peut en juger, quand on se rappelle que les machines anglaises de cette époque étaient à peine capables de remorquer, à des vitesses médiocres, *trois ou quatre* fois leur poids, quand nous voyons aujourd'hui circuler à grande vitesse des trains atteignant *trente et quarante* fois le poids de la locomotive (1).

Il fallait donc imaginer d'autres organes ou des dispositions tout-à-fait nouvelles. C'était surtout la chaudière ou le générateur de vapeur qu'il y avait urgence, non point simplement de modifier, mais bien d'inventer, pour lui faire produire en temps voulu l'énorme quantité de vapeur nécessaire pour engendrer la force dont on avait besoin. Quand on songe qu'un cheval-vapeur ne demande rien moins que la vaporisation de 16 à 18 litres d'eau par heure; qu'il s'agissait de pourvoir, ainsi, à la consommation de plusieurs centaines de chevaux-vapeur et de vaporiser par conséquent, à chaque heure de trajet, 3 à 4,000 litres d'eau avec une chaudière et un foyer installés sur un espace aussi restreint qu'un véhicule, on se représente aisément toute la difficulté et surtout la nouveauté du problème à résoudre. C'est à un Français, à l'ingénieur Séguin, dont les nombreux travaux

(1) Il est possible, sans entrer dans l'examen détaillé des théories mécaniques, de se faire une idée nette de la manière dont ce résultat est obtenu. Il suffit de se reporter aux valeurs moyennes respectives des coefficients de *frottement* et de *roulement*, telles qu'on les admet dans la pratique des chemins de fer (voir plus bas), soit :

0,15 pour le coefficient de frottement ;
0,005 — de roulement (1/30e du précédent).

Il est clair, dès lors, que le poids de la machine, sollicité qu'il serait à *glisser* sur les rails, se trouve capable de faire équilibre à un poids *roulant 30 fois* plus considérable, et que les roues de ladite locomotive n'obéiront au glissement ou ne *patineront* que dans le cas où le poids du train roulant à remorquer excéderait ce chiffre de *30 fois* le poids adhérent. Telle est, en gros, l'explication du phénomène.

sont une des gloires de notre pays, qu'on en doit la solution. C'est en 1828 que fut imaginé par notre compatriote la *chaudière tubulaire* (1), dont l'application vint procurer le complément nécessaire des heureuses dispositions de Stephenson et constituer le véritable type de la locomotive de l'avenir.

Ces observations sommaires ne seront point superflues pour fixer d'une manière précise, ou pour rappeler au moins le véritable caractère des deux éléments constitutifs de la force mécanique emmagasinée dans une locomotive.

D'une part, l'*adhérence* ou la partie du poids de la machine reposant directement sur les roues, sollicitées à la rotation par les pistons du moteur, et qu'on appelle les *roues motrices*. De l'autre, la *puissance* (en chevaux-vapeur) du moteur. La relation fondamentale, qui doit exister entre ces deux éléments, consiste en ce que la puissance du moteur, toujours subordonnée à l'adhérence, n'a d'autre limite rationnelle que cette dernière. Si la force qui pousse les pistons se trouve inférieure à la réaction possible du frottement de glissement, c'est une portion de l'adhérence inutilisée et absolument perdue pour tout travail productif de traction. Si cette même force possède, au contraire, sur l'adhérence un excédant, cet excédant n'est qu'un superflu dispendieux, dont on ne pourrait, en aucun cas, tirer autre chose qu'un glissement ou *patinement* des roues motrices.

Ce n'est point ici le lieu de faire l'historique du développement progressif imprimé à l'organisatien des machines

(1) La difficulté consistait à se procurer, avec une chaudière d'un volume limité, une surface de chauffe suffisante. La forme cylindrique des générateurs ordinaires, même avec l'appoint des *bouilleurs* latéraux, ne pouvait répondre à la question. On comprend tout ce qu'offre d'ingénieux la disposition d'un nombre considérable de tubes, dans lesquels circule la flamme et dans les intervalles desquels l'eau se trouve constamment en contact avec des parois chaudes sur une étendue proportionnée au nombre de tubes. Cette constitution *cellulaire* de la chaudière a été un trait de génie, mais n'a pu réellement recevoir son application intégrale qu'au fur et à mesure des progrès effectués dans l'emploi et l'usinage des métaux.

locomotives, dans le double sens que nous venons d'indiquer. Il suffit d'observer que l'augmentation du poids adhérent est une des questions capitales, dont se préoccupent incessamment les constructeurs; que des locomotives primitives à un seul essieu moteur portant 6 à 8 tonnes, on est successivement arrivé aux locomotives à 3, 4 et même 6 essieux moteurs couplés (comme dans les types Engerth et Beugnot (1) dans lesquelles le poids moyen porté par chaque paire de roues est de *dix* tonnes, et le poids adhérent ou utile va de *trente à soixante* tonnes. Quant à la force mécanique du moteur à vapeur, elle s'est tenue constamment à hauteur des exigences dérivant de ces améliorations continues. On doit même reconnaître qu'à cet égard les difficultés à vaincre donneraient au constructeur plus de latitude et une plus large marge qu'en ce qui concerne l'adhérence.

Ce n'est point, en effet, sans inconvénients qu'on peut recourir, pour augmenter le poids reposant sur les roues motrices, au procédé de l'accouplement de plusieurs essieux. Cette liaison, qui rend ainsi solidaires les mouvements de plusieurs paires de roues, dont les dimensions ne sauraient cependant rester toujours identiques, est sujette à diverses difficultés parfois insurmontables ou dont on ne parvient à triompher que par d'autres sacrifices, notamment par une réduction proportionnelle dans la vitesse de circulation. C'est ainsi que les *essieux couplés* sont généralement proscrits pour les locomotives à grande vitesse (comme les locomotives Crampton) et réservés pour les machines des trains mixtes, ou surtout pour les machines à marchandises, là où la question du poids à remorquer prime toute autre

(1) Le spécimen de la locomotive Beugnot (ateliers de *Kœchlin*, Mulhouse), construit il y a quelques dix ans, avait 48 tonnes de poids *adhérent* portées sur *4* essieux couplés et *articulés* par un dispositif spécial dû à l'inventeur. Ce type, créé pour circuler sur les fortes pentes, a un poids total, tender compris, de *71* tonnes. Il est capable de remorquer les poids suivants :

Sur rampe de 0,025mm par mètre : *140* tonnes ou *2* fois son poids total ;
En palier, *1.200* tonnes ou *16 à 17* fois son poids total.

considération. Bien plus abordable se trouve, au contraire, le problème relatif à l'augmentation de la force du moteur. Nous avons signalé l'apparition de la chaudière tubulaire, comme la découverte la plus décisive, permettant désormais d'augmenter la surface de chauffe dans des proportions inespérées et de décupler, sans peine, la puissance de vaporisation des anciens générateurs. Mais d'autres perfectionnements se sont ensuite succédés coup sur coup et sont venus imprimer à cette branche de la mécanique industrielle un essor en quelque sorte ininterrompu. Nous n'avons point ici à faire une énumération qu'on trouve dans tous les auteurs spéciaux. Nous en citerons, toutefois, dans le nombre, quelques-uns des plus remarquables, savoir :

L'application de la *détente* sous les pistons moteurs, soit par l'emploi des deux cylindres de Wolff, soit par tout autre dispositif, application qui permet de tripler la force mécanique disponible dans une quantité de vapeur déterminée (1) ;

L'emploi de la vapeur à *hautes pressions* (pouvant aller jusqu'à 9 et 10 atmosphères), devenu praticable sans danger, par suite des perfectionnements réalisés dans la construction des chaudières et des divers organes des machines ;

L'amélioration des foyers, particulièrement, en ce qui

(1) On sait que l'emploi de la *détente* consiste à ne laisser la vapeur travailler à *pleine pression* que pendant une partie de la course du piston, 1/3, 1/4..... 1/10, suivant les cas. A partir de ce moment, l'arrivée de la vapeur est interrompue, et celle qui est dans le cylindre se *détend* comme *un fluide permanent*, pendant le reste de la course. Cette disposition permet d'obtenir de la même quantité d'eau vaporisée, un plus grand effet utile. On peut lire, ainsi, dans les tables dressées pour cet objet, que la vapeur travaillant avec détente, pendant les 9/10 de la course totale du piston, produit un travail mécanique égal *à 3,3 fois celui de la même quantité* de vapeur travaillant à pleine pression. La détente permet, en outre, d'éviter les à-coups et les chocs à chaque alternance du mouvement des pistons. Ce n'est pas un de ses moindres avantages. On connaît les nombreuses mais infructueuses tentatives faites, jusqu'ici, pour parvenir à la réalisation pratique de machines à cylindres *circulaires* et à mouvement de pistons *continu*.

concerne le tirage, et la possibilité d'obtenir une combustion plus énergique et plus complète (jets de vapeur auxiliaires ; appareils hydrofères, fumivores et souffleries artificielles).

C'est l'ensemble de ces dispositions principales ou secondaires qui a fait des anciens moteurs à vapeur la remarquable machine actuellement installée sur les locomotives. Machine remarquable, disons-nous, non pas seulement par cette force disponible de plusieurs *centaines de chevaux* emmagasinée dans ses deux petits cylindres; mais encore par cette admirable flexibilité, qui permet au mécanicien de ménager ses forces, de mesurer l'effort développé au fardeau remorqué, et d'accomplir ces mouvements de manœuvre, dont nous pouvons journellement apprécier la précision et presque la *délicatesse*, dans le service des gares.

On comprend également comment il arrive que, dans ce développement parallèle des deux éléments de la force des locomotives, l'*adhérence* et le *moteur*, le second possède toujours, sur le premier, une certaine avance ; que l'accouplement des essieux, leurs charges limites, donnent lieu à des combinaisons plus circonscrites ; qu'il n'est, en un mot, si lourd véhicule, qu'on ne lui trouve aisément une machine appropriée.

2). — Profil de la voie.

Nous avons raisonné, abstraction faite de toute inclinaison de la voie, c'est-à-dire dans l'hypothèse de ce qu'on appelle, en terme de métier, *une rampe en palier*. Il est clair que ce n'est point la réalité, et qu'il n'existe guère de voies ferrées

où l'on ne trouve une proportion plus ou moins grande de rampes plus ou moins raides. Il faut ajouter que si, dans les premiers temps de l'établissement des chemins de fer, le manque d'expérience, l'insuffisance des agents mécaniques, invitaient à cet égard les ingénieurs à une réserve motivée, ces anciennes règles de prudence sont aujourd'hui singulièrement modifiées ou plutôt élargies. Il n'est pas rare, en effet, de voir adopter couramment des pentes de *0,012 et 0,015* dont on n'eut fait usage, au début, qu'à titre d'expédients exceptionnels ; et c'est avec des pentes de *0,030 et 0,040* (30^{mm} et 40^{mm} par mètre), c'est-à-dire avec des pentes triples et quadruples des anciennes moyennes, que la hardiesse des constructeurs sait parfois, quand il le faut, disposer ses tracés. Nous disons à dessein « *quand il le faut* », car, évidemment et malgré les facilités relatives que procurent les progrès accomplis par la *traction,* ce n'est qu'en face des nécessités les plus évidentes et les moins contestables qu'on doit se résigner à l'emploi des pentes un peu considérables.

Quand il s'agit de faire circuler un chemin de fer dans un pays montagneux ou simplement accidenté, on ne peut, évidemment, se dispenser de recourir pour les passages difficiles à l'un des trois seuls moyens connus jusqu'alors, le *tunnel,* les *courbes* ou les *rampes.* Ces trois procédés ont tous leurs inconvénients respectifs. Le tunnel, toutefois, présente plus particulièrement, tant à cause des frais de premier établissement que de ses dépenses d'entretien et de son insécurité relative, le caractère d'un expédient *in extremis.* Il était donc naturel qu'on cherchât, comme on l'a fait constamment, à en restreindre l'usage le plus possible, et à franchir les mauvais pas par des combinaisons moins onéreuses. De là cette tendance fort rationnelle, que nous signalions plus haut, à multiplier l'emploi des courbes et surtout des profils en rampes. Mais on sent combien il importe de n'opérer, dans cette nouvelle voie, qu'avec la plus extrême circonspection ; de peser dans chaque cas les inconvénients évités et les avantages réalisés, et de ne point, en un mot, dépasser la

mesure, assurément fort large, que donnent les moteurs perfectionnés dont on dispose.

Si les courbes et les rampes paraissent, en effet, des solutions économiques et expéditives, en regard du percement d'un tunnel ou même d'une tranchée à ciel ouvert, elles ne sont point exemptes de compensations fâcheuses. On sait quelle influence considérable les unes et les autres exercent sur la circulation des trains, tant au point de vue de la vitesse qu'à celui du poids remorqué ; combien la puissance tractive des machines s'en trouve rapidement amoindrie, et comment il arrive souvent qu'on retrouve avec ce système, dans l'exploitation de la ligne, les conditions onéreuses qu'on avait prétendu éviter dans la *construction*.

Nous ne parlerons point ici de l'effet des courbes; elles ne représentent, au surplus, que des cas particuliers, des incidents de construction; le service de la traction n'en tient habituellement compte, sauf de rares exceptions, qu'en modifiant la vitesse et non le chargement des trains. La question des rampes prend une place plus considérable dans l'organisation du service et demande, à ce titre, quelques explications sommaires.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur le côté théorique. Chacun sait quelles sont les conséquences de l'inclinaison de la voie, sur le régime de la traction, tant au point de vue de la locomotive motrice qu'à celui des wagons remorqués.

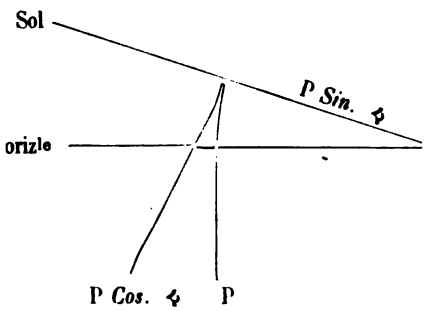
Pour la locomotive, l'action de la pesanteur, modifiée proportionnellement à la pente gravie, se traduit non-seulement par une augmentation de la masse *inerte* à traîner, mais encore par une diminution du poids adhérent ou utile. Pour l'ensemble du train, c'est un supplément de résistance, répondant à la composante de la pesanteur parallèle au sol, et qui s'ajoute à la résistance ordinaire du roulement. Ce sont là des faits élémentaires, et dont l'intelligence n'exige point une longue observation. Mais ce qui frappe moins l'esprit et exige quelque réflexion, c'est la part d'influence exercée par le double effet signalé, c'est l'intensité de la perturbation causée dans l'équilibre des forces en présence.

L'examen technique de cette question sera présenté plus bas avec les détails nécessaires. Qu'il nous suffise de mentionner ici les chiffres moyens avec lesquels il est généralement admis de spéculer dans la pratique.

On compte que l'effort de traction pour du matériel roulant sur rails comme celui dont il s'agit, doit être augmenté dans la proportion de *un kilogramme par tonne*, par chaque millimètre de pente (par mètre) (1).

Or, nous verrons plus bas que la résistance offerte par le même poids d'une tonne remorquée en palier, résistance attribuable au seul fait du frottement de roulement, ne s'élève guère, dans le cas d'une vitesse de circulation moyenne, qu'aux chiffres de 4 à 5 kilog. par tonne. Le seul rapprochement de ces données suffit pour montrer avec quelle rapidité l'inclinaison de la voie fait croître la résistance totale, et comment il suffit de quelques millimètres de pente, pour assigner à cet élément une influence prépondérante, pour changer complètement les conditions de la traction.

C'est ainsi qu'avec des rampes fort modérées et presque insensibles à l'œil (de 4 à 5^{mm} par mètre), la résistance offerte



(1) En réalité, l'action de l'inclinaison sur l'effort de traction est moins simple. Elle se dédouble en deux. L'une réductrice, puisque ce n'est plus qu'une composante du poids, P *Cos.* φ, qui agit sur les roues de chaque véhicule, pour donner lieu au frottement de roulement. L'autre, qui donne lieu à l'effet principal, est la composante retardatrice du poids P *Sin.* φ, ou approximativement P *tg.* φ. C'est elle qui détermine l'adoption du coefficient cité dans le texte.— 1^{mm} de pente par mètre donne, en effet, un angle d'inclinaison φ dont la tangente est *0,001*, d'où la composante retardatrice se trouve égale à *0,001. P*, soit à *1 kilog. par tonne.* Ainsi de suite pour 2^{mm}, 3^{mm}, etc., de pente par mètre.

par le train se trouve doublée. C'est ainsi, ajouterons-nous, que sur des lignes entremêlées de rampes et de paliers (comme c'est le cas général), le chargement des convois devrait se trouver limité à la moitié, au tiers, et parfois au quart de la puissance effective des machines, et que les particularités défavorables du tracé entraveraient en permanence l'organisation du service, au grand détriment de l'économie et de la rapidité des transports.

On possède heureusement les moyens de remédier aux inconvénients que présenterait une semblable situation. La présence plus ou moins intermittente des rampes le long d'une ligne ne constitue un obstacle sérieux à la composition normale des trains, à l'utilisation intégrale de la force des machines, qu'aux cas où les profils atteignent des chiffres considérables, chiffres dont, au suplus, la construction sagement conduite se préoccupe toujours de faire des exceptions. En dehors de ces cas, tout particuliers, c'est à l'aide de variations calculées dans la vitesse que l'on parvient dans la pratique à faire circuler sur toute une ligne des *chargements* uniformes et mesurés en principe aux parties de la ligne les plus difficiles à franchir. Un simple ralentissement suffit, en effet, comme on va le voir, pour diminuer le *tirage* dans des limites assez larges, pour permettre au même convoi d'aborder indistinctement sans modifications, sans fractionnements, les paliers et les rampes d'un parcours déterminé. Il faut, sans doute, dans l'application du procédé, suivre une certaine mesure et des règles appropriées aux lois de la mécanique. Nous dirons plus bas quelques mots du système adopté et des méthodes suivant lesquelles on partage un réseau, suivant la nature des profils, en catégories distinctes, ayant chacune un *tarif* de chargement pour l'organisation des trains.

Quoiqu'il en soit de ces réserves, l'influence considérable des rampes sur le fonctionnement des locomotives n'en reste pas moins établie d'une manière évidente. Le principe mécanique de la décomposition des forces, auquel nous avons borné nos commentaires, est loin d'être, ajouterons-nous, le

seul agent de cette influence perturbatrice. On pourrait signaler également les pertes de force vive absorbée par les changements de vitesse, par l'emploi des freins dans les descentes; les mouvements de lacet, les vibrations (1), etc. Mais l'étude de tous ces phénomènes appartient plus particulièrement aux traités spéciaux et ne saurait trouver place ici qu'aux dépens du sujet principal qui nous occupe.

3). — Vitesse de marche.

La vitesse de marche, qui figure au 3me rang dans notre énumération, exerce son action sur la puissance tractive de deux manières différentes. Elle provoque, d'une part, comme il en arrive pour tous les mouvements effectués dans un milieu résistant, une force directement retardatrice, celle de l'air sur les voitures. Elle donne lieu, d'autre part, à un

(1) On sait qu'un corps, posé sur un plan incliné, obéit à la composante de son poids, qui le sollicite à *glisser* ou à *rouler*, dès que la tangente de l'angle d'inclinaison du plan surpasse le coefficient de frottement propre, soit au *glissement*, soit au *roulement*, suivant le cas. Nous avons vu que le roulement sur rails a pour coefficient moyen 0,005. C'est donc aux environs de cette pente, *5mm par mètre*, un peu plus ou un peu moins, que les freins doivent commencer à fonctionner dans les pentes. On comprend, dès-lors, le travail qui en résulte et combien il importe, aussi bien au point de vue de la descente que de la montée, que l'inclinaison des rampes ne dépasse point certaines limites. Sans doute, la machine, par un fonctionnement *arrière*, peut venir en aide aux freins, mais c'est un expédient délicat dont il faut être sobre.

ensemble d'actions mécaniques, résultant de la fatigue des divers organes du matériel soumis à une rapidité de fonctionnement plus ou moins considérable.

La première de ces deux influences, qui rappelle la résistance de l'air à la chute des corps, au mouvement des projectiles et autres faits analogues journellement observés, est de beaucoup celle qui a le moins d'importance. On constate, en effet, que si l'influence en question peut acquérir, ailleurs, une certaine intensité, la raison en est dans les circonstances particulières qui caractérisent ou accompagnent les phénomènes. Qu'il s'agisse, par exemple, d'un ballon ou des ailes d'un moulin à vent, le fluide ambiant trouve, sur la surface relativement considérable de ces corps légers, une prise incomparablement plus efficace que sur les quelques mètres carrés (6 à 7$^{m.q.}$ au plus) que lui présente la tête du train le plus lourd. Pour d'autres phénomènes, comme ceux de balistique, c'est la rapidité exceptionnelle des mouvements qui provoque ces résistances énergiques, dont les lois compliquées se dérobent encore aux efforts des plus savantes analyses.

Mais il y a loin de la vitesse habituelle des projectiles, qui se chiffre par *centaines* de mètres par seconde, à la vitesse de circulation des trains, vitesse dont les plus fortes moyennes pratiques dépassent rarement *20 à 25* mètres à la seconde (1). Si l'on se reporte, d'ailleurs, aux lois empiriques dont on fait communément usage pour l'évaluation de la résistance de l'air, à la loi du *carré*, à la loi du *cube*, ou à toute autre analogue, on peut en conclure avec quelle rapidité croît ou décroît cette force perturbatrice, suivant que la vitesse elle-même augmente ou diminue, et quelle dissemblance radicale doit exister entre les phénomènes, alors qu'une vitesse *décuple* détermine, suivant des hypothèses

(1) En supposant aux trains-express, remorqués par les locomotives Crampton, une vitesse effective de marche de 90 kilomètres à l'heure, ce qui répond pratiquement, avec les arrêts, à 60 kilomètres effectivement parcourus, on a précisément la vitesse indiquée de 25 mètres par seconde.

également admissibles, des résistances *cent* et même *mille* fois plus grandes.

On comprend, dès-lors, sans que nous ayons à insister davantage, comment il se fait que l'action retardatrice envisagée reste toujours, en définitive, même pour le cas des trains les plus rapides, dans des limites fort médiocres et le plus souvent négligeables. Si l'on compare, en effet, les différents coefficients adoptés par les ingénieurs pour la représenter dans les formules (1), on reconnaît que l'intensité totale de cette action, pour un train entier, atteint à peine une moyenne de quelques dizaines de kilog. Pour les vitesses déjà considérables de 60 à 70 kilom. à l'heure, cette force retardatrice est environ 200 k., soit, dans le cas d'un train de 200 tonnes, par exemple, *un kilog.* par tonne. On va voir plus bas qu'un tel effort n'est guère que le tiers ou le quart

(1) La formule la plus généralement employée est la suivante : $0{,}009 . S\ V^2$.

S. — Surface de la tête du train en mètres carrés (variant généralement de *5* à *7* m./q.

V. — Vitesse de marche en kilomètres à l'heure (pouvant aller, suivant les cas, de *15* à *90* kilom.

Le nombre, déduit de la formule, exprimant des *kilogrammes*.

Si l'on voulait comparer cette formule, ou plutôt son coefficient, à ceux que donne l'*Aide-Mémoire* de l'artillerie, il faudrait ramener *V* à exprimer la vitesse en mètres à la seconde et multiplier en conséquence le coefficient 0,009 par $\left(\frac{3{,}600}{1{,}000}\right)^2$ ou par *12.6*, ce qui donne 0,115, ou une résistance de 0^k113 par mètre carré de surface pour une vitesse de *un* mètre à la seconde. (L'A.-M. cité donne 0^k140).

Appliquons cette formule dans deux hypothèses particulières :

1° V = 30 kilomètres. S = 6 m./q. (Vitesse d'un train militaire) :

Résistance totale : 48^k5. Si le train pèse 200 tonnes, soit environ 0^k2 par tonne.

2° V = 60 kilomètres. S = 6 m./q. (Vitesse d'un train mixte) :

Résistance totale : 194^k4. Si le train pèse 200 tonnes, soit environ 1^k par tonne.

de l'action due aux autres résistances, engendrées par la vitesse de marche, et dont nous allons nous occuper.

Cette deuxième catégorie de résistance naît, avons-nous dit, des entraves mécaniques apportées par l'*inertie* des divers organes au fonctionnement du système. On se trouve ici en présence des phénomènes invariablement observés toutes les fois qu'une machine quelconque entre en activité. Il surgit des sources habituelles et prévues, telles que les frottements, les chocs, le grippement des pièces, etc., un ensemble de réactions dont le travail absorbe toujours, on le sait, une certaine portion de la force motrice. Cette dépense parasite, qui représente en mécanique industrielle ce qu'on nomme le *travail perdu*, peut bien être plus ou moins combattue ou diminuée, par les efforts réunis de l'art et de la science, mais ne saurait *jamais* être évitée d'une manière absolue. La traction à vapeur sur voie ferrée subit la loi commune et paie son tribut de déperdition de force, dans une proportion d'autant plus grande que la vitesse de circulation est plus considérable. Une simple énumération suffira d'ailleurs pour rappeler à cet égard les éléments de la question, et pour signaler le caractère essentiel des réactions mises en jeu dans le cas dont il s'agit.

Le locomotive représente, au premier chef, celui de tous les véhicules dont la mise en mouvement fait surgir la plus grande somme de résistances *passives*. C'est elle, en effet, qui porte la machine motrice et qui en subit directement toutes les réactions. Le jeu alternatif des pistons et des bielles, l'évacuation de la vapeur, les efforts intermittents d'accélération positive ou négative. Tous ces phénomènes réguliers ou accidentels s'accentuent naturellement en raison de la vitesse, et affectent surtout, à chaque changement d'allure, un caractère de discontinuité et de *chocs*, particulièrement défavorable à l'utilisation de la force motrice. On sent bien qu'un ensemble de faits aussi complexe se prêterait malaisément aux spéculations de la théorie. L'expérience seule, la pratique journalière, peuvent conduire à des évaluations approximatives. C'est ainsi que, pour les besoins de la pra-

tique, les ingénieurs ont été amenés à classer les résistances signalées en deux groupes distincts. L'un, comprenant la portion de ces résistances indépendante de la vitesse et exclusivement due au jeu du mécanisme considéré en lui-même. L'autre groupe comprenant celles des résistances, telles que la rotation, le grippement des pièces, etc., qui croissent à peu près proportionnellement à la vitesse. Nous donnons ici les chiffres dont on se sert communément pour représenter ces deux ordres de réactions. Pour le premier groupe, on compte *9* kilog. par tonne du poids de la machine motrice proprement dite. Pour le second groupe, le produit *0,18. V.* (V représentant la vitesse de marche par *heure, en kilom.*) donne l'intensité de la résistance exercée par chaque tonne du poids total de la locomotive, machine et tender réunis. On voit qu'à la vitesse fort modérée de *30* kilom. à l'heure, cette dernière force atteint déjà le chiffre de $5^{k}4$ par tonne, chiffre incomparablement plus considérable que celui que nous avons trouvé précédemment. Les wagons et, en général, les véhicules remorqués, quelle qu'en soit la nature, donnent également lieu, en dehors de la résistance de roulement, à des *réactions de mécanisme* (chocs, trépidations, etc.), dont l'intensité, nécessairement moindre que pour la locomotive, peut être considérée comme croissant proportionnellement à la vitesse de marche. Nous présenterons comme évaluation moyenne de ces réactions celle qu'on trouve dans la plupart des auteurs et qui serait donnée par la formule *0,05. V* (dans laquelle V est la vitesse en kilomètres à l'heure) et dont le produit exprime l'intensité des résistances en *kilogrammes* par *tonne* du poids des véhicules. On voit qu'à la vitesse modérée de *30* kilom. à l'heure, cette formule donne déjà $1^{k}5$ par tonne, c'est-à-dire 5 ou 6 fois plus que la portion des résistances du premier groupe, exclusivement dues à la pression du fluide ambiant.

Quoi qu'il en soit, au surplus, des intensités absolues attribuables aux résistances passives envisagées à l'un ou à l'autre titre, il ressort de l'examen précédent, et c'est le point qui nous intéresse actuellement, un fait caractéristique et dont

nos observations avaient déjà plus haut fait pressentir l'importance. C'est que les réactions engendrées, à un titre quelconque, par la vitesse de marche, se chiffrent toutes, indistinctement, par un nombre certain de *kilog. par tonne* du poids remorqueur ou remorqué. Que les chiffres figurant les totaux de force supplémentaire à exiger du moteur varient dans le même sens que ladite vitesse ; que cette vitesse se trouve ainsi, en dernière analyse, vis-à-vis de la puissance tractive dépensée, jouer un rôle absolument analogue à celui des rampes de la voie. L'accroissement de la vitesse de marche et l'augmentation d'inclinaison de la voie agissent, en un mot, dans des proportions qui leur sont propres, mais suivant des lois semblables, pour nécessiter du moteur un déploiement de force supplémentaire.

On comprend, dès-lors, comment il est possible de réaliser le système des compensations dont on a parlé plus haut et de faire circuler, dans les limites que la pratique indique, des trains de composition uniforme sur une voie plus ou moins accidentée. Si les changements d'inclinaison sont imposés par le tracé, la vitesse de circulation reste au contraire à la disposition du mécanicien ; il suffit, en conséquence, pour passer d'un palier à une rampe, ou d'une rampe à une autre, sans excéder les forces de la machine, d'une combinaison intelligente de *ralentissements* et d'*accélérations*. Ces combinaisons, sans doute, ont leur limite d'efficacité. L'échelle des vitesses dont on dispose n'est point, en effet, susceptible d'une extension arbitraire et ne permettrait point, évidemment, de compenser des accroissements d'inclinaison par des ralentissements d'une façon indéfinie. De là les méthodes pratiques auxquelles nous avons fait allusion et qui consistent à diviser toute ligne, dont les profils sont par trop accidentés, en plusieurs catégories ou tronçons, à chacun desquels le service de la traction assigne un tarif spécial pour le chargement des trains. C'est ainsi que telle ligne, dont les rampes ne dépassent point les chiffres modérés de *0,008 à 0,010* (8 à 10^{mm} par mètre) ne comporteront qu'un tarif unique, les trains de marchandises, de *300* tonnes par exemple,

pouvant circuler, grâce à de simples variations de vitesse, sur toute l'étendue du parcours. D'autres lignes, au contraire, où les rampes se trouveront atteindre *0,015 à 0,020* ou davantage, exigeront un classement en deux ou trois catégogories, correspondant respectivement à des chargements réduits, en raison de la raideur des profils, à des chiffres tels que *300*, *250*, *200* tonnes.

Mais la discussion approfondie de ces dispositions, dont l'application systématique varie, au surplus, d'une Compagnie à l'autre, appartient au domaine proprement dit de la science spéciale ; c'est, au premier chef, une *question de métier*. Nous n'en exposerons plus bas, à l'occasion de l'examen des formules, que quelques-uns des éléments absolument indispensables à la marche de notre étude.

Les considérations précédentes nous ont servi à déterminer dans ses traits principaux la nature des éléments constitutifs de la puissance tractive des locomotives; à montrer les relations réciproques qui les rendent solidaires, et les lois qui président à leur fonctionnement normal. Il convient, actuellement, de compléter cette synthèse préalable par quelques-uns des principaux résultats numériques et de présenter au moins une analyse sommaire des théories fondamentales, sur lesquelles on s'appuie le plus communément dans la pratique. Un semblable exposé, dont nous empruntons aux ouvrages spéciaux la substance appropriée à notre sujet, loin de constituer une digression inopportune, s'impose au contraire, comme la préface inévitable de toute étude relative aux applications *civiles ou militaires* de la locomotion à vapeur.

Examen sommaire des formules.

La marche que nous suivrons dans cette analyse comportera deux opérations, en quelque sorte deux étapes successives : En premier lieu, l'établissement des formules, par l'équilibre des forces en présence. Puis la confirmation ou la vérification de ces formules par la constatation du travail de traction réellement exécuté.

1°. — FORMULES DÉDUITES DE L'ÉQUILIBRE DES FORCES.

Les forces en présence pour la mise en mouvement d'un train sont, d'une part :

{ La puissance tractive ou *l'effort moteur* dont est susceptible la locomotive ;

d'autre part :

{ L'ensemble des résistances représentées par le frottement de roulement, les réactions du mécanisme, l'action de l'air, etc.

La puissance tractive, qui est, ainsi qu'on l'a rappelé plus haut, une certaine fraction du *poids adhérent*, ou qui, plus

justement, a cette fraction pour limite supérieure, sera représentée par l'expression suivante :

$$E = a.\ f.\ \varphi'\ (1 - m\ V) \quad (1)$$

NOTATIONS
- E' — Puissance tractive (en kilog.)
- φ' — Poids de la locomotive (en kilog.) sur les essieux moteurs, ou *poids adhérent*.
- V — Vitesse de marche (en kilom. à l'heure).
- f — Coefficient de frottement de glissement.
- a — m — Coefficients empiriques.
- φ — Angle d'inclinaison de la rampe.

Cette formule (1) s'applique au cas des voies horizontales ou en palier. Sur des rampes d'inclinaison φ, elle doit se modifier évidemment en ce sens, que ce n'est plus le poids intégral φ', qui produit le frottement, mais ce même poids modifié par suite de l'inclinaison, c'est-à-dire φ' Cos φ, d'où :

$$E' = a.\ f.\ \varphi\ \text{Cos}'\ \varphi\ .\ (1 - m\ V) \quad (1)'$$

(1)' est la formule que nous adopterons, comme donnant l'expression générale de la puissance tractive d'une locomotive.

L'ensemble des résistances se compose, on l'a vu, de deux groupes que nous avons, à dessein, séparés; l'un, provenant du mouvement des wagons, l'autre du mouvement de la locomotive. Chaque groupe se subdivise lui-même en deux catégories de résistances; les résistances du roulement d'une part, et les résistances du mécanisme d'autre part. Les développements qui précèdent suffisent pour l'intelligence des formules que nous allons présenter.

RÉSISTANCE DES WAGONS. — Elle a pour expression

$$R_1 = P\ (b + c.\ V + d.\ V^2 + i) \quad (2)$$

R_1 — Résistance (en kilog.)
P — Poids du train remorqué (en tonnes de *1,000* kilog).

b — Coefficient numérique de frottement de roulement, ou résistance absolue par tonne roulante (en kilog.).

c — Résistance absolue du mécanisme par tonne (en kilog.).

d — Résistance absolue par tonne et par kilom. de vitesse (en kilog.), due à la pression de l'air.

i — Inclinaison de la rampe en millim. par mètre, ou tangente de l'angle φ, représentant en même temps, au taux de 1 kilog. par millim., la résistance par tonne (en kilog.).

V — Vitesse de marche en kilom. à l'heure.

Nous ferons observer seulement que le coefficient d étant relativement très-petit [1], le terme $d.\ V^2$ peut être négligé, surtout pour les trains militaires, dont la vitesse est toujours médiocre, et la formule (2) deviendra :

$$R_1 = P\ (b + c\ V + i) \quad (2)_1$$

RÉSISTANCES DE LA LOCOMOTIVE. — Elles ont pour expression :

$$R_2 = \Phi\ (b' + c'\ V + i) + k\ .\ \Phi' \quad (2)_2$$

Φ — Poids total de la locomotive, machine et tender réunis (en tonnes).

Φ' — Poids adhérent (en tonnes), comme plus haut.

(1) Ce terme aurait, suivant la plupart des auteurs, pour expression exacte : $0{,}009\ \frac{S}{P}\ V^2$.

S. Surface du train (en M./Q.) égale à 6 ou 7 m./q.

P. = 200 tonnes.

En supposant S = 6 m./q., V = 30, on arrive au chiffre absolu de 0k25, comme représentant la résistance absolue, par tonne, provenant de la pression du fluide. Cette quantité est assurément négligeable.

b' —
c' — } Coefficients numériques, comme plus haut.
i —

k — { Coefficient numérique de résistance du mécanisme moteur, exclusivement.

Il suffit, naturellement, d'égaler la puissance aux résistances, c'est-à-dire le 2me membre de la formule (1)', à la somme des seconds membres des formules $(2)_1$ et $(2)_2$ pour avoir l'équation fondamentale d'équilibre que nous cherchons. Soit :

$$a \,.\, f.\ \varphi' \operatorname{Cos} \varphi\ (1 - m\ \mathrm{V}) = \begin{cases} \mathrm{P}\ (b + c\ \mathrm{V} + i) + k\ \varphi' \\ + \varphi\ (b' + c'\ \mathrm{V} + i). \end{cases}$$

Ou bien, en négligeant la différence à l'unité de Cos φ, différence qui pour les pentes les plus fortes de 0,04, n'atteint que 0,0008, on a :

$$\text{(A)}\quad a \,.\, f \,.\, \varphi'\ (1 - m\ \mathrm{V}) = \mathrm{P}\ (b + c\ .\ \mathrm{V} + i) + k\ .\ \varphi' + \varphi\ (b' + c'\ .\ \mathrm{V} + i).$$

Telle est l'équation fondamentale qui, moyennant la connaissance des coefficients empiriques et la détermination des éléments propres à chaque cas particulier, nous permettra de résoudre, en chiffres, le problème de la traction, dont nous avons exposé la discussion sommaire.

Il nous reste, en conséquence, à donner les explications nécessaires sur la traduction en nombres des différentes notations littérales de l'équation (A). Nous croyons devoir faire observer, à titre de renseignement préalable, qu'à cet égard nos procédés ne sauraient s'astreindre à la rigueur des analyses et des calculs pratiqués par les ingénieurs. Ce qui nous importe, surtout, est de donner une idée générale des solutions, et d'en abstraire, en quelque sorte, les détails trop minutieux, pour nous contenter d'un système simplifié d'approximations; l'important est de ne pas dépasser la mesure et de ne jamais sacrifier l'exactitude aux besoins d'une concision exagérée. C'est dans cet esprit *d'abréviation* raisonnée que nous allons passer en revue les données four-

nies par l'expérience et adopter comme points de repère moyens quelques résultats *synthétiques*.

Pour le coefficient $a \,.\, f \,.\, (1 - m\ V)$, dont le produit par le poids adhérent Φ' doit donner la puissance tractive, nous admettrons, malgré la présence du terme en V qui le fait nécessairement varier, une valeur moyenne constante. La valeur *0,15* est celle qui résume le plus exactement les faits observés dans les circonstances diverses de la pratique (1), en sorte que la puissance tractive d'une locomotive aurait, en général, pour limite supérieure les *quinze centièmes* de son poids adhérent, soit en nombres ronds :

Pour une locomotive à *2* roues couplées. — *10* tonnes de poids adhérent.	*1,500*^{k}	de puissance tractive
Pour une locomotive à *4* roues couplées. — *20* tonnes de poids adhérent.	*3,000*^{k}	id.
Pour une locomotive à *6* roues couplées. — *30* tonnes de poids adhérent.	*4,500*^{k}	id.

etc.

Pour les coefficients de résistances dues aux wagons, nous trouvons dans les auteurs les moyennes suivantes :

b — Coefficient de frottement de roulement, — 2 kilog. par tonne.

c — Coefficient de résistance due à la fatigue du mécanisme, — 0^{k}05 par tonne et par kilomètre.

i — Nombre de kilog. (par tonne) égal au nombre de millimètres de pente par mètre.

(1) Cette valeur de *0,15* n'est autre que le coefficient de frottement de glissement, dans le cas du fer (des roues) sur fer (des rails), avec une légère diminution due à l'influence du terme en V. On comprend que, plus la locomotive circule rapidement, moins elle *pèse* sur les rails.

On voit que l'ensemble donnerait sur une voie en palier ($i = 0$), et dans des circonstances ordinaires :

Pour un train de marchandises à 30 kilom. à l'heure	Résistance de 3^k5 par tonne
Pour un train de voyageurs à 60 kilom. à l'heure	Résistance de 5^k id. (1)

Pour les coefficients des résistances propres à la locomotive, nous adopterons, suivant le même procédé, les moyennes suivantes :

k = 9 kilog. (par tonne). Provenant du mécanisme proprement dit.

b' = 1^k8. Résistance de roulement (par tonne).

c' = 0^k18. Résistance mécanique (proportionnelle à la vitesse).

i = Comme plus haut, autant de kilog. par tonne que de millimètres de pente par mètre.

Par où l'on voit que si l'on suppose une locomotive ayant *30* tonnes de poids adhérent (Φ') et pesant, machine et tender réunis, *50* tonnes (Φ) l'ensemble des résistances sur une voie en palier ($i = 0$) aurait les valeurs suivantes :

	pr tonne	totale
Pour vitesse de 30 kilom. à l'heure : Résistce	12^k6 —	630^{kil}.
Pour vitesse de 60 kilom. à l'heure : Résistce	18^k0 —	900^{kil}.

Pour compléter le renseignement tiré de ces deux exemples, choisis comme deux types du trafic ordinaire, faisons le calcul des poids maximums que pourraient remorquer

(1) Ces chiffres se trouvent d'accord avec ceux qu'on trouve dans un ouvrage actuellement fort répandu et justement apprécié, le ***Dictionnaire des Arts et Manufactures*** (Laboulaye). La résistance des wagons y est, en effet, ainsi exprimée pour différentes vitesses :

A 30	kilomètres à l'heure,	3^k50	par tonne,	de résistance.	
- 60	—	—	5^k00	—	—
- 80	—	—	6^k00	—	—
- 100	—	—	9^k00	—	—

respectivement deux locomotives, l'une à 6 roues couplées (machine à marchandises), l'autre à 4 roues couplées (machine à voyageurs, mixte).

La première donne une puissance tractive maximum de *4,500* kilog. A *30* kilom. de vitesse, la locomotive absorbe à elle seule *630*^{k}. Soit *3,900*^{k} environ disponibles pour les voitures du train ; leur résistance à cette allure étant de *3*^{k}*5* par tonne, c'est un total de *1,100* tonnes environ que la machine serait susceptible de remorquer dans l'hypothèse, bien entendu, d'une voie tout entière en palier.

La machine à deux essieux moteurs ne fournit qu'une puissance disponible de *3,000* kilog. A *60* kilom. de vitesse, la locomotive absorbe à elle seule *684* kilog. Soit *2,300* kilog. environ restant pour les voitures du train. Leur résistance à cette allure étant de *5* kilog. par tonne, c'est un total de *450* tonnes environ que la machine serait susceptible de remorquer dans ces conditions de vitesse et de voie (horizontale).

Ces chiffres de *1,100* et *450* tonnes sont, on le répète, des maximums *possibles*, mais au-dessous desquels la pratique se tiendrait toujours, même dans le cas très-rare d'une voie tout entière horizontale. En l'état actuel des lignes européennes, c'est une hypothèse à peu près idéale. Ces indications ne sont, au surplus, qu'une citation anticipée des résultats généraux déduits de la formule (A), et dont nous allons incessamment dresser le tableau complet.

EXAMEN ET DISCUSSION DE LA FORMULE (A).

L'inconnue de l'équation (A) est le poids P du train remorquable. La méthode à la fois la plus rationnelle et la plus commode pour le calcul de cette inconnue dans les différents cas de la pratique, où les éléments fondamentaux (poids de la machine et de son tender, rampe, etc.) varient de l'un à l'autre, sera, nécessairement, une de celles dont on fait un constant usage en mathématiques appliquées. Emploi des

représentations graphiques ou des *tableaux chiffrés*. Nous nous bornerons au second procédé, celui des tableaux chiffrés, laissant au lecteur le soin d'y ajouter, s'il le juge convenable, l'emploi auxiliaire des *courbes*.

Il convient, toutefois, de faire une réserve indispensable, relativement à l'application de l'un et de l'autre procédé. On sait, en effet, qu'en ces sortes de problèmes, le nombre des quantités liées les unes aux autres, en terme propre, le nombre des *variables* est généralement de *deux* ou *trois* au plus, de manière à donner, en représentation graphique, des lignes ou des surfaces et, en représentation chiffrée, des tableaux à *simple* ou à *double entrée*. On dit alors que l'une des quantités se trouve *fonction* de *une* ou de *deux* variables indépendantes. Mais ce cas le plus usuel n'est point tout-à-fait celui de la formule (A) qui renferme *quatre* quantités principales.

1° — P — Poids du train remorquable. Notre inconnue.
2° — p — Poids de la locomotive, dont dépend sa puissance tractive.
3° — i — Inclinaison de la voie.
4° — V — Vitesse de marche.

Il est donc nécessaire, afin de pouvoir procéder à l'établissement d'un tableau à *double entrée* ne comportant que deux variables indépendantes, d'éliminer conventionnellement les variations de l'une des trois dernières quantités, c'est-à-dire de lui attribuer une valeur fixe pour chaque tableau. C'est la *puissance tractive* (ou poids de la locomotive) qui nous paraît devoir jouer ce rôle de la manière la plus satisfaisante. Ce choix reviendra effectivement dans la pratique à dresser un tableau pour chaque type principal de locomotive. Ce tableau fournissant tous les éléments nécessaires à l'évaluation de l'aptitude tractive du type examiné dans tous les cas raisonnablement imaginables de vitesse et d'inclinaison de profil, il suffira, pour les types intermédiaires de machine, de recourir à l'expédient bien connu de *l'interpolation* entre les données de deux tableaux consécutifs. C'est ainsi que, le calcul direct ayant donné, par exemple, les aptitudes trac-

tives respectives de deux locomotives de 20 et de 30 tonnes de poids adhérent, l'interpolation convenablement dirigée permettra de déduire, avec une approximation suffisante, la même aptitude pour une locomotive d'un poids adhérent intermédiaire (de 24, 26, 28 tonnes).

Il est, d'ailleurs, évident que nous n'avons point à présenter ici la série plus ou moins complète des tableaux nécessaires pour embrasser tous les types principaux de machines locomotives. C'est une tâche que nous ne saurions remplir avec une compétence suffisante et pour laquelle nous renvoyons aux ouvrages spéciaux. Notre unique objet est de faire comprendre, à l'aide d'un seul exemple, le mécanisme et l'utilité du procédé. L'important est de bien choisir l'exemple, et de se rapprocher, le mieux possible, des conditions les plus habituelles, dans lesquelles le matériel d'une ligne ferrée doit être appelé à fonctionner pour le service des transports militaires.

Il suffit de quelque réflexion pour s'assurer qu'en général ce service recherchera, comme locomotives, les types puissants et marchant à des vitesses modérées, plutôt que les types relativement légers, mais susceptibles d'allures très-rapides (1). Nous partirons donc de l'hypothèse de la

(1) Nous avons déjà dit que, la puissance tractive dépendant du poids adhérent, les machines puissantes s'obtiennent par l'accouplement de plusieurs essieux. Mais cette disposition interdit, en revanche, l'emploi des grandes vitesses. C'est pourquoi les machines de trains express n'ont qu'un essieu *moteur* et peuvent circuler à des vitesses de 80 à 100 kilomètres à l'heure, mais avec de faibles chargements. Ces questions rentrent d'ailleurs dans ce qu'on pourrait appeler la spécialisation des machines. — Nous entendons parler, à l'heure où nous écrivons (juillet 1873), d'expériences faites sur un nouveau type de locomotive, la locomotive *Barchaërt*, dont les résultats sembleraient annoncer la réalisation d'un problème vainement poursuivi depuis bien des années. Il s'agirait, en effet, d'une machine pouvant circuler sur les rampes les plus fortes, utilisant *tout* son poids sur *4 essieux* moteurs et pouvant franchir, à l'aide d'un système d'articulation des essieux fort ingénieux, des courbes de *50 mètres* de rayon (la limite inférieure était jusqu'alors de 150 mètres). On peut juger du progrès accompli.

machine à marchandises, type moyen, c'est-à-dire de la machine pesant :

30 tonnes (poids adhérent) sur 3 essieux couplés.
20 tonnes pour le tender.

et pouvant circuler couramment à des vitesses de 30 à 40 kilomètres à l'heure. Cela revient à faire, dans la formule à calculer :

$$\varphi = 50, \varphi' = 30$$

Ces prémisses posées, prenons l'équation (A) résolue par rapport à l'inconnue P, avec les coefficients remplacés par leurs valeurs numériques :

$$\text{(B)} \quad P = \frac{0{,}15 \,.\, \varphi' - 9\,\varphi' - (1{,}8 + 0{,}18 \,.\, V + i)\,\varphi}{2 + 0{,}05 \,.\, V + i} \text{ (1)}$$

En faisant varier successivement les deux variables indépendantes V et i qui figurent dans cette expression de P, on est en mesure de calculer la valeur de P (en tonnes) ou le poids du train remorquable par notre locomotive hypothétique pour chaque cas de vitesse et d'inclinaison particulières. De là l'établissement d'un tableau à *double entrée*, du genre de celui auquel nous venons de faire allusion.

En tête du tableau se trouve inscrite la puissance tractive de notre machine hypothétique sur une rampe d'inclinaison 0 et à la vitesse de marche minimum de 10 kilom. à l'heure. Puis sur une première ligne horizontale la série des vitesses admissibles dans la pratique, variant de 10 en 10 kilom., depuis 10 jusqu'à 80 kilom. (à l'heure). Sur une ligne verticale, d'autre part, la série des rampes également rencontrées dans la grande majorité des profils de chemins de fer, cette série variant par intervalles de 2mm depuis la rampe de 0mm jusqu'à la rampe de 30mm (par mètre). Cette dernière, à laquelle nous nous arrêtons comme limite extrême, se présente rarement sur les lignes actuellement existantes ; elle

(1) On rappelle que dans le premier terme en φ', φ' est exprimé en *kilogrammes*, tandis que dans le second, il est exprimé en *tonnes*, de même que φ.

dépasse déjà de plusieurs millimètres les inclinaisons au-delà desquelles l'exploitation renonce aux moyens ordinaires de traction, pour recourir à des machines et à des dispositions exceptionnelles.

En regard de chaque vitesse comme en regard de chaque inclinaison, se trouve le *coefficient de réduction*, par lequel il faut multiplier la puissance tractive initiale (de la vitesse de 10 kilom. et de l'inclinaison 0^{mm}), pour avoir la nouvelle puissance tractive correspondante soit à la vitesse soit à l'inclinaison dont il s'agit. Il s'ensuit que pour obtenir l'influence combinée d'un changement simultané de vitesse et d'inclinaison, il suffit de faire une opération semblable à celle qui préside à la confection des tables de Pythagore, c'est-à-dire de faire le produit des coefficients inscrits dans la première ligne verticale et dans la première ligne horizontale.

Exemple :

Quel est le coefficient de réduction correspondant à la vitesse de 40 kilom. et à l'inclinaison de 8^{mm}?

Le coefficient de la vitesse de 40 kilom. pour $i = 0$ est : 0,58.

Le coefficient de l'inclinaison de 8^{mm} pour $V = 10$ est : 0,27.

Donc, le coefficient demandé sera : $0,58 \times 0,27 = 0,16$.

C'est-à-dire que, dans ces conditions de rampe et de vitesse, notre locomotive ne pourra remorquer que les *0,16* environ du poids qu'elle traîne sur une rampe en palier à 10 kilom. de vitesse à l'heure.

Ainsi de suite.

Ces quelques explications suffisent pour montrer l'usage du tableau que nous présentons ci-après, et de tous les autres analogues qu'on pourrait dresser en partant de données différentes.

On trouvera à la note *e* quelques détails techniques sur la méthode qu'on a suivie dans les calculs.

TABLEAU DE L'APTITUDE TRACTIVE

POUR UNE LOCOMOTIVE..... { DE 30 TONNES DE POIDS ADHÉRENT. / DE 50 id. TOTAL.

TABLEAU I.

POIDS DU TRAIN REMORQUABLE { V = 10 kilom. / i = 0mm } 1,600 tonnes.

V — VITESSES DE MARCHE EN KILOMÈTRES A L'HEURE.

i. — VALEUR DE L'INCLINAISON, EN MILLIMÈTRES (PAR MÈTRE).	10k	20	30	40	50	60	70	80
0mm	1,00	0,81	0,67	0,58	0,51	0,44	0,40	0,35
2	0,62							
4	0,44				0,33			
6	0,36							
8	0,27							
10	0,23							0,09
12	0,20					0,09		
14	0,17			0,10				
16	0,14							
18	0,12							
20	0,11							
22	0,10							
24	0,90							0,032
26	0,80						0,032	
28	0,70				0,034			
30	0,062							
35	0,038							
40	0,030							

a.. région de 560 tonnes. a

b.. région de 160 tonnes.. b

c.. région de 50 tonnes.. c

REM. — Il serait trop long d'entrer ici dans des citations de détail, par lesquelles on pourrait vérifier la concordance des chiffres déduits de notre tableau, avec la pratique journalière de nos grandes lignes. Quelques extraits des auteurs les plus répandus, ne seront point cependant superflus. On trouve dans l'ouvrage de Claudel :

RAMPE de 5mm { 1° Une machine de 20 tonnes de poids adhérent à 50 k. de V. remorque..... 160 à 180 tonnes. / 2° Une machine à marchandises remorque à 40 k. de V. environ..... 400 tonnes. } Notre tableau donnerait { 210 t. / 380 t.

Dans le Dictionnaire des Arts et Manufactures de Ch. Laboulaye :

RAMPE de 13mm { Une machine de 33 tonnes de poids adhérent, à 35 kilom. de vitesse, remorque 190 à 200 tonnes. (Ligne de Roanne-Lyon.) } Notre tableau donnerait { 180 t.

L'examen du tableau précédent permet, en premier lieu, de saisir avec netteté le caractère et la portée éminemment pratique du système de compensation et de balance réciproque, entre les rampes et les vitesses, dont on a parlé plus haut. On remarque, en effet, qu'en vertu de la progression décroissante également suivie par les coefficients de réduction des deux séries verticale et horizontale, il existe nécessairement, de l'une à l'autre, un certain nombre de cas de similitude ou d'équivalence. En d'autres termes, étant donné le coefficient d'une certaine vitesse pour la rampe 0mm, on peut toujours trouver une rampe qui, pour la vitesse minimum de 10 kilom. présente un coefficient identique ou fort rapproché; en sorte que, dans des conditions de vitesses ou de rampes limitées aux deux termes liés par cette relation d'équivalence, nul obstacle ne s'opposerait à la circulation des trains uniformément chargés. C'est en cela que réside précisément tout le secret du principe de la division des grandes lignes en *régions* principales de traction.

Si l'on compare, en effet, quelques-uns des coefficients de la dernière colonne verticale (celle de la vitesse maximum 80 kilom.) à ceux de la première colonne verticale (vitesse minimum de 10 kilom.) qui leur sont à peu près égaux; puis, qu'on joigne les deux nombres de chaque couple par une ligne de repère traversant obliquement le tableau dans sa largeur, on s'assure aisément que tous les coefficients, situés sur cette ligne ou dans son voisinage, sont tous semblables entre eux, et semblables aux deux termes extrêmes de la ligne.

Exemple :

1° Ligne ayant pour coefficients extrêmes		Dans le voisinage
1° — *0,35*	la rampe 0mm	on trouve
(Celui de)	la vitesse 80 kilom.	le coeffic^t 0,33
2° — *0,36*	la rampe 6mm	de la rampe 2mm
(Celui de)	la vitesse 10 kilom.	de la vitesse 50k

2° Ligne ayant pour coefficients extrêmes		On trouve sur
1° — *0,09*	la rampe 8mm	la ligne
(Celui de)	la vitesse 80 kilom.	le coeffic^t 0,10
2° — *0,10*	la rampe 22mm	de la rampe 14mm
(Celui de)	la vitesse 10 kilom.	de la vitesse 40k

3° Ligne ayant pour coefficients extrêmes		On trouve sur
1° — *0,032*	la rampe 24mm	la ligne
(Celui de)	la vitesse 80 kilom.	le coeffic^t 0,032
2° — *0,030*	la rampe 40mm	de la rampe 26mm
(Celui de)	la vitesse 10 kilom.	de la vitesse 70k

Il appert, dès-lors, qu'on peut concevoir sur notre tableau autant de régions à chargements de trains uniformes qu'on imaginerait de lignes semblables à celles dont on vient de parler. Il existe, toutefois, une méthode logique, dont il faut faire usage de préférence pour pratiquer cette classification en *régions*. Cette méthode consiste naturellement à partir, pour chaque tête de ligne, de la colonne des vitesses *maximums* admises (ici 80 kilom.), et de chercher le terme correspondant dans la colonne verticale des vitesses *minimums* (10 kilom.). Ce terme correspond à la pente la plus forte qu'on pourra, dans chaque cas déterminé, aborder sans changement de chargement, et à l'aide de simples *ralentissements* dans la marche.

C'est ainsi qu'une ligne ferrée, fictive ou réelle, dont les rampes embrasseraient la série entière des profils compris dans notre tableau (de 0 à 40mm), comporterait théoriquement trois *régions* distinctes, et, par conséquent, trois espèces de chargements de trains, pour un type de machine déterminé. Ces trois régions, que nous avons indiquées approximativement sur le tableau par les lignes *aa*, *bb*, *cc*, comprendraient :

La première : Tous les profils de 0mm à 6mm avec coefficient de réduction moyen *0,35*, permettant, dans notre hypothèse de machine, un chargement moyen de :

560 tonnes.

La deuxième: Tous les profils de 7mm à 22mm avec un coefficient moyen de *0,10*, permettant un chargement moyen de :
160 tonnes.

La troisième : Tous les profils de 23mm à 40mm avec un coefficient moyen de *0,030*, permettant un chargement moyen de :
50 tonnes.

Tel serait, théoriquement au moins, le mode de répartition admissible des différents profils d'une ligne, qui serait supposée présenter la série entière des rampes contenues dans l'échelle du tableau. Mais ce cas se présente rarement dans la pratique. Non-seulement il existe peu de lignes, dont les profils maximums atteignent celui du tableau (40mm) [1], mais presque tous les réseaux français, malgré les hardiesses relatives qu'autorisent en ce sens les perfectionnements de la science mécanique, se tiennent notablement en-deçà et ne dépassent qu'exceptionnellement les pentes de 20 *à* 25mm par mètre. Il en résulte que la plupart de nos grandes lignes peuvent, en réalité, se contenter de réduire à *deux* les catégories de profils. Nous citerons, notamment, la ligne de Paris-Lyon, dont le service d'exploitation admet les deux séries : de 0 à 12mm et de 12 à 26mm, cette dernière limite représentant ses pentes les plus fortes. La ligne de l'Est est actuellement, croyons-nous, la seule qui fasse usage d'une

(1) Les proportions moyennes des profils de divers degrés, telles que nous les trouvons dans le Dictionnaire de Laboulaye, pour l'ensemble des réseaux français, seraient les suivantes :

Portions en palier	21 %
— en rampes au-dessous de 5mm	15
— en rampes supérieures	34
Total	100 %

On voit que les deux tiers des lignes sont en rampes très-douces.

Les plus forts maximums de pentes connus sont ceux du Sommering (45mm), de quelques lignes d'Amérique, et du Mont-Cenis (50mm et plus).

subdivision plus compliquée, et qui porte jusqu'à *quatre* le nombre de ses catégories de profils.

Quoiqu'il en soit des méthodes suivies par les différentes compagnies privées, l'essentiel, pour nous, est de nous inspirer avant tout des conditions spéciales propres à la traction militaire, et d'utiliser, dans la mesure qui convient aux nécessités de ce service, les renseignements de la pratique industrielle.

Nous observerons d'abord que diverses considérations qu'il suffit de rappeler à des lecteurs militaires, s'opposent à ce que nous admettions *couramment* le même maximum de vitesse que l'industrie. La succession ininterrompue des nombreux trains militaires nécessaires au transport d'une armée ou d'une fraction d'armée. La longueur des trajets prenant, en majeure partie, leur origine en des points du territoire plus ou moins éloignés du théâtre des opérations. Les difficultés de chargement et de déchargement, toujours inhérentes à un tel régime de circulation continue.... Toutes ces circonstances s'accommoderaient peu des vitesses considérables parfois usitées dans le trafic ordinaire, et ce n'est point à 80 kilom., mais à 50 *ou* 60 kilom. au plus qu'il convient de restreindre les limites généralement accessibles aux convois militaires.

Nous écarterons également l'hypothèse des pentes supérieures à *28 ou 30*^{mm} (par mètre), hypothèse qui, dans l'état actuel des réseaux français, ne se réaliserait peut-être pour aucun cas de mobilisation ou de concentration de troupes.

Ces réserves admises, notre ligne fictive, avec ses pentes de *0 à 30*^{mm}, avec ses vitesses possibles de *10 à 60* kilom., comporterait encore théoriquement une subdivision en trois régions de profils différentes, pour satisfaire à la loi d'une continuité complète.

Savoir :

1re région de *0 à 4*^{mm}	Coefficient de réduction = 0,44 Poids remorquable = *710*^{t}
2e région de *5 à 15*^{mm}	Coefficient de réduction = 0,16 Poids remorquable = *250*^{t}

3e région de *16 à 30*mm { Coefficient de réduction = 0,06
Poids remorquable = *90*t

Mais cette classification renferme, selon nous, un terme de trop et peut se simplifier. La nature des préparatifs et des opérations militaires veut évidemment des combinaisons plus élémentaires ; il lui faut quelque chose de moins parfait, mais de plus sûr, et surtout de plus rapidement *assimilable*. Nous nous arrêterons, en conséquence, à l'hypothèse de deux régions, que nous caractériserons de la manière suivante :

1re région de 0mm à 12mm } ou RÉGION DE PLAINE.

Cette région aura pour coefficient de réduction moyen 0,20.

Elle comportera un chargement total de train (véhicules et chargement) de 320 tonnes, dans notre hypothèse initiale de machine, bien entendu, c'est-à-dire de *dix* fois environ le *poids moteur*.

Il est aisé de s'assurer, par le tableau, que, de 12 à 4mm de pente, le choix convenable de la vitesse de marche entre 10 et 60 kilom., permet d'utiliser, par ce chargement, la puissance intégrale de la machine ; mais en-deçà de 4mm de pente, il faudrait dépasser la vitesse de 60 kilom., ce que nous rejetons en règle générale. Il y aurait donc un intervalle de 0 à 4mm de pente, où une fraction de la force resterait sans emploi. C'est un inconvénient plus apparent que réel, qui sera compensé, dans le cas en question, par des économies proportionnelles d'eau et de combustible, ou par d'autres avantages éventuels.

2e région de 13mm à 30mm } ou RÉGION DE MONTAGNE.

Cette région aura pour coefficient de réduction moyen 0,06.

Elle comportera un chargement total de train de 90 à 100 tonnes, soit environ 3,3 fois le poids du moteur.

Il est aisé de s'assurer par le tableau que, de 30 à 17mm de pente, le choix convenable de la vitesse de marche, dans l'échelle de 10 à 60 kilom., permet d'utiliser la puissance intégrale de la machine, mais qu'entre 17mm et 13mm, il y a également une lacune, où l'on doit renoncer, pour ne point dépasser la vitesse limite de 60 kilom., à l'utilisation d'une certaine fraction de la force motrice. L'observation déjà faite plus haut, relative aux économies d'eau et de charbon, trouve ici sa place motivée.

Telle est la division simple, qui nous paraît la mieux appropriée aux besoins et aux allures expéditives du service militaire (1). Elle sacrifie, sans doute, une partie des avantages d'une continuité complète. Elle aboutit, dans certains cas, à des chargements de train inférieurs aux limites du possible. Mais, outre l'évidente latitude qu'on aura toujours, si on le juge opportun, d'utiliser le surcroît de force motrice, par une augmentation de vitesse, il convient d'observer que la machine, dépositaire de ce surcroît disponible, se trouve dans des conditions bien différentes des moteurs animés ordinaires. Elle ne *consomme*, en effet, que proportionnellement à ce qu'elle *produit*. Toute économie d'effort représente, on le sait, une économie d'eau et de charbon. C'est là une considération dont les ingénieurs savent apprécier toute la valeur et qui atténue singulièrement l'inconvénient des lacunes observées dans notre classification.

Nous croyons utile de remettre sous les yeux du lecteur un tableau spécialement approprié à cette classification, extrait du tableau général.

(1) C'est aussi celle qui a été adoptée par le major italien Ricci, dans une récente publication reproduite dans la *Revue militaire de l'Étranger* et fort remarquée du public militaire. Il part du classement suivant :

Plaine, de 0mm à 12mm. — Montagne, au-dessus de 12mm.

Seulement, l'officier italien croit pouvoir évaluer le rapport des puissances tractives en plaine et en montagne à la moyenne de *1/2*. Nous pensons que ce chiffre est inexact et que le rapport *1/3* est plus près de la vérité.

RÉGIME DE TRACTION

POUR UNE LOCOMOTIVE DE 30 TONNES DE POIDS ADHÉRENT

(Puissance tractive de 1,600 tonnes en palier.)

TABLEAU II.

RÉGION DE PLAINE (de 0mm à 12mm de pente).		RÉGION DE MONTAGNE (de 12mm à 30mm de pente).	
Coefficient de réduction : 0,20.		Coefficient de réduction : 0,06.	
Poids moyen des trains : 320 tonnes.		Poids moyen des trains : 100 tonnes.	
RAMPES ET VITESSES CORRESPtes.		RAMPES ET VITESSES CORRESPtes.	
RAMPES	VITESSES	RAMPES	VITESSES
0mm à 4mm	latitude d'augmenter le chargement ou la vitesse.	12mm à 16mm	latitude comme ci-contre.
4	60 kilom.	16	60 kilom.
6	45	18	50
8	25	20	45
10	18	22	36
12	10	24	30
		26	28
		28	18
		30	10
Rapport du poids remorqué au poids adhérent : *10,6*.		Rapport du poids remorqué au poids adhérent : *3,3*.	

Ce tableau nous donne occasion d'insister particulièrement sur quelques points intéressants et de les signaler par les observations générales suivantes :

En premier lieu, la rapidité avec laquelle la puissance tractive, ou plutôt *l'aptitude tractive* décroît quand l'inclinaison de la rampe augmente, apparaît avec une évidence frappante. Le chargement qui convient à la région de montagne est à peine le *tiers* de celui que la même machine peut remorquer dans la région de plaine. Ce rapport moyen, que

nous présentons comme le résultat des calculs consciencieusement contrôlés, est caractéristique. A ceux qui, par comparaison avec les données un peu différentes de quelques auteurs (1), seraient tentés de le trouver exagéré, nous répondrons qu'en semblable matière, la règle la plus sage est de se tenir en-deçà des limites permises et de s'épargner ainsi les déceptions amères du dernier moment.

Nous nous sommes assigné, pour la vitesse de circulation des trains militaires, la limite maximum de 60 kilom. à l'heure; mais on remarquera qu'elle correspond aux pentes médiocres de 3 et 4^{mm}. Les profils de 6 à 8^{mm} seront, certainement, ceux qu'on devra s'attendre à rencontrer le plus fréquemment dans les parties accidentées des *lignes de plaine*. C'est donc sur les vitesses moyennes qu'il conviendra de spéculer pour toute opération de transports militaires de quelque importance. On verra plus bas que la vitesse de *40* kilom. est cette moyenne que nous avons admise en plaine, sauf à la réduire, dans la région de montagne, pour des raisons qui seront également présentées à leur place.

Tous les calculs précédents, ainsi que les tableaux I et II qu'on en a déduits, ont été établis, on se le rappelle, en partant d'une locomotive d'un certain type et par conséquent d'une puissance tractive déterminée. C'est à la locomotive de *trente tonnes* de poids adhérent (de 50 tonnes de poids total) que se rapporte l'ensemble des données recueillies. Pour passer aux cas de locomotives appartenant à

(1) Entre autres, le major Ricci, déjà cité, qui prend pour un classement de pentes analogue au nôtre un rapport moyen égal à *2*.

Quant aux valeurs absolues assignées par nous aux poids remorquables, on peut en vérifier l'exactitude par la lecture des ouvrages spéciaux (Tretgold, Jaquemin, Laboulaye, Perdonnet, etc.)

Citons encore les pratiques de nos grandes compagnies, qui composent habituellement leurs trains de marchandises de 30 à 40 wagons, à 10 tonnes l'un, soit *3* à *400* tonnes de poids remorqué. Si, pour les grandes pentes, ce chargement n'est réduit que de la moitié, c'est que ces pentes, avons-nous dit, ne dépassent pas 20 à 22^{mm}.

d'autres types usuels, il ne serait pas tout-à-fait exact d'avancer qu'il suffit de multiplier les chiffres de nos tableaux par un coefficient uniforme, représentant le rapport des *poids adhérents* respectifs des machines. Ces derniers éléments ne figurent point, en effet, dans les formules de manière à déterminer, sur les coefficients des tableaux I et II, de simples modifications proportionnelles à leurs propres valeurs. Leur influence est plus complexe. Mais cette observation, qu'il convenait de présenter pour satisfaire à la rigueur mathématique de la théorie, n'a, pour la pratique, qu'une importance secondaire. Il serait aisé de s'assurer, par quelques exemples, qu'en réalité les variations de coefficients en *fonction* du poids adhérent sont peu sensibles et restent toujours de l'ordre des quantités négligeables. Il résulte, en conséquence, de cette fixité *approximative*, un avantage qu'il importe de signaler, savoir : la possibilité d'utiliser, sans recourir à de nouveaux calculs, les chiffres de nos deux tableaux, et de les appliquer immédiatement à tous les cas de machines usuelles. Il suffira de modifier, proportionnellement au poids adhérent nouveau, le poids initial du train remorquable (à la rampe 0^{mm} et à la vitesse 10 kilom.), qui nous a servi de point de départ. C'est ainsi qu'en appliquant ce procédé à deux types de machines qu'on rencontre régulièrement dans le matériel en service, d'une part, au genre le plus puissant de machine à marchandises, d'autre part, à la machine mixte, on arriverait, pour nos deux régions, aux résultats suivants :

	Région de plaine.	Région de montagne.
Rapport du poids remorqué au poids adhérent.	10,6	3,3
Machines.	Poids remorquables.	
A marchandises, poids adhérent, *40*t 4 essieux couplés	*430* tonnes	*130* tonnes

Machines.	Poids remorquables.	
A marchandises, type des calculs, p^ds ad^t, *30*^t 3 essieux couplés	*320* tonnes	*100* tonnes
Mixtes Poids adhérent, *20*^t 2 essieux couplés	*210* id.	*65* id.

Mais, nous le répétons, ces chiffres ne doivent jamais être considérés que comme des points de repère, autour desquels la pratique peut procéder avec une latitude qu'indiquent suffisamment les méthodes d'approximation dont nous avons fait usage. Ces approximations, qui oscillent entre les limites de 10 et 15 °/₀, ne paraîtront point exagérées en semblable matière, et les quelques détails techniques dans lesquels nous sommes entré n'auront pas été superflus, si nous avons atteint le double but d'assurer la justification de nos déductions, et d'offrir à une exploitation prudente des indications non suspectes.

2° CONTROLE DES FORMULES PAR LE TRAVAIL DE TRACTION.

Nous nous proposons de confirmer, dans ce paragraphe, les résultats ou les faits constatés dans le précédent, par la considération du travail mécanique qu'effectue réellement la machine motrice ; nous voulons, en un mot, *faire la preuve* de notre première analyse.

On connaît la définition du travail mécanique d'une force. C'est le produit de l'effort exercé, par le chemin parcouru dans le sens de l'effort. Nous n'insisterons pas sur la signification théorique de ce produit, sur les raisons qui en motivent l'emploi, sur le choix des unités de chaque espèce (*force et*

longueur), etc.... Nous nous contenterons de rappeler que l'unité industrielle, généralement adoptée pour la mesure de tout travail mécanique, est ce qu'on appelle le *kilogrammemètre*, et que cette unité se définit ainsi « travail (ou effort) nécessaire pour élever le poids de *un kilog.* à une hauteur de *un mètre* en *une seconde* ». On remarque que cette définition embrasse les éléments essentiels, dont toute mécanique industrielle a besoin de se préoccuper.

L'*énergie* de l'effort (par le poids).

La *mise en action* de l'effort (par l'espace parcouru).

La rapidité d'action ou le *Régime* de l'effort (par le temps).

La machine, qui *travaille* sur une locomotive, consiste essentiellement dans le système de ses deux ou quatre pistons, qui se meuvent d'un mouvement alternatif sous l'influence de la tension de la vapeur, et qui produisent, à l'aide d'organes appropriés, la rotation continue des *essieux moteurs*. Le travail des pistons est le *travail moteur*. Les essieux d'une locomotive, comme les *arbres-de-couche* d'une usine, le transmettent aux roues et de là à l'ensemble du matériel roulant du train, dont le mouvement produit à son tour le *travail résistant*. C'est l'équilibre entre ces deux espèces de travail, qui constitue, ainsi qu'en toute machine, le régime normal de la traction.

Ainsi, d'une part :

Effort de la vapeur, produisant le mouvement des pistons dans les cylindres, effort qui s'évalue généralement en un certain nombre de kilog. par centimètre carré de la surface des pistons.

D'autre part :

Résistance au mouvement de roulement du train tout entier.

Telles sont les deux forces, entre lesquelles il faut exprimer l'équilibre du travail mécanique. Or, si l'on rappelle les données les plus habituelles de la pratique, savoir : Deux pistons moteurs, se mouvant dans deux cylindres à vapeur identiques ; chaque période complète d'allée et de venue de

ces pistons déterminant un tour complet des roues motrices; on parvient aisément à l'équation ou plutôt à la relation fondamentale, par laquelle s'exprime l'équilibre entre les deux forces :

$$R \,.\, w \,.\, D = p \,.\, \frac{w.d^2}{4} \,.\, 2 \,.\, 2 \,.\, l \quad (C)$$

NOTATIONS

- R — Résistance totale du train (wagons et machine) en kilog.
- D — Diamètre des roues motrices (en mètres).
- p — Tension de la vapeur sous les pistons (en kilog. ou, ce qui revient au même, en atmosphères, par cent^e carré).
- d — Diamètre des pistons moteurs (en cent^e).
- l — Longueur de la course dans les cylindres (en mètres).
- w — Rapport de la circonférence au diamètre (3,1416).

Il s'agit d'appliquer actuellement cette relation à un cas déterminé, qui se rapproche, le plus possible, de nos premières hypothèses, et de remplacer les coefficients par des chiffres appropriés aux éléments qu'on a particulièrement en vue.

Valeur de R. — Nous partirons des données suivantes :

Rampe de *1mm5* environ, par mètre et vitesse moyenne de *30 kilom.* à l'heure. Ces données, d'après les indications du tableau I, correspondent à peu près à ces conditions de traction :

Poids remorquable, *800* tonnes.
Résistance par tonne de wagon, 5 kilog.
Id. id. de locomotive, *10* kilog.

D'où, pour la valeur de R :

$$R = 800 \times 5 + 50 \times 10 = 4500^k$$

(Observons, en passant, que ce chiffre de 4500^k nous

ramène à notre donnée primitive, fixant la puissance tractive d'une locomotive de 30 tonnes de poids adhérent à 30,000 $\times$ 0,15 = 4500 kilog.

Valeur de D. — Nous trouvons, dans les ouvrages ou aides-mémoire spéciaux, les dimensions habituellement attribuées aux roues motrices des différents types de locomotives. En voici les extraits moyens :

Machines à voyageurs		D = 2^m50 (Crampton).
Id.	mixtes	D = 1,80
Id.	à marchandises	D = 1,30
Nous partirons de la moyenne		D = 1,60

Expression du travail résistant. L'évaluation de R . w. D, résulte immédiatement de ce qui précède :

$$R \,.\, w \,.\, D = 22{,}608 \ kg.\ m.$$

Valeur de p. — Les machines-locomotives marchent actuellement à *haute pression*. Les progrès de la science, et notamment ceux de la construction, permettent, avons-nous dit, d'aborder couramment des tensions de vapeur, dont l'effet aurait au début produit l'explosion des chaudières ou des organes principaux des machines. Les tensions en usage varient parfois, non-seulement suivant les types de machines, le travail à fournir ; mais encore, pendant la période même du coup de piston (1). On entrevoit donc de là, et pour des causes analogues à celles dont nous nous occupons, la

(1) On sait, entre autre, que l'emploi, devenu presque général, de la vapeur avec *détente* a pour effet principal de produire, à partir d'un certain point de la course du piston, une diminution progressive de la tension.

Ajoutons que les deux principaux avantages de la détente sont :

1° De réaliser, avec la même dépense de vapeur, un travail mécanique beaucoup plus considérable (double et même triple) : d'où économie d'eau et de charbon ;

2° D'éviter les chocs brusques à la fin de chaque course, et, par suite, de placer toute la machine dans des conditions mécaniques éminemment préférables.

nécessité d'adopter une tension moyenne représentant, le plus exactement possible, l'équivalent de la réalité. Le chiffre dont on convient le plus communément de faire usage est celui de *4 à 5* atmosphères, ou de 4 à 5 kilog. par cent. carré de surface des pistons. Ces considérations une fois établies, nous n'attribuerons à p aucune valeur, destinant au contraire cet élément à former l'inconnue de la relation (C) que nous traiterons comme une équation, sauf à vérifier que la valeur de p sera effectivement comprise entre 4 et 5 atmosphères, dans les conditions ordinaires de la pratique où nous cherchons à nous placer.

Valeur de d et de l. — Ces dimensions, diamètre et longueur de la course des pistons moteurs, nous sont données par les usages de la construction. Nous prenons celles qu'on observe le plus généralement :

$$d = 50^{c} \qquad l = 0^{m}60$$

L'expression du travail moteur $p \cdot \frac{w.d^2}{4} \cdot 4 \cdot l$, devient dès lors : $p \cdot 4713$. Et l'équation (C) qui se pose

$$p \cdot 4713 = 22608 \qquad (C)^{1}$$

donne effectivement, pour la valeur de p, la moyenne que nous venons d'annoncer $4^{k}8$ ou environ $4^{atm.}5$, chiffre pour la discussion détaillée duquel nous ne pouvons nécessairement que renvoyer aux auteurs spéciaux.

Il nous reste actuellement à exprimer en chevaux-vapeur le travail mécanique accompli par une machine placée dans les conditions, dont nous venons d'exposer l'analyse sommaire. Il suffit, à cet effet, de constater combien de fois en une seconde, est produit l'effort ci-dessus de 22,608 kilog.-mètres. En d'autres termes, d'introduire dans nos calculs l'élément *temps*, jusqu'ici tenu à part. Or, la vitesse de marche, sur laquelle nous avons tablé, étant de *30 kilom.* à l'heure, soit $8^{m}33$ à la seconde, cette hypothèse implique, pour des roues motrices (à $1^{m}60$ de diamètre), l'exécution de

1 tour *65* par seconde (1). La valeur du travail accompli, c'est-à-dire le produit de 22,608 kg. m. par 1,65, aura donc pour expression 37,300 kg. m. ou, en chevaux-vapeur (en divisant par 75) :

497 chevaux-vapeur.

Tel est le nombre qui donne une idée exacte de l'effort moyen développé par une machine du type qui a servi à nos calculs, et qui se trouve appelée à fonctionner dans les circonstances sommairement énumérées plus haut.

Il est conforme à notre méthode de vérification et de contrôle de nous édifier, par quelques exemples, sur la manière dont nos chargements de trains conventionnels, déduits du tableau II, rentrent dans le cadre des données précédentes. Il est bon de nous assurer, en un mot, que l'effort réclamé de la machine, dans les différents cas de nos hypothèses, reste bien dans les limites de son aptitude mécanique.

Nous prendrons, en conséquence, un exemple pour chacune des deux régions adoptées, et nous choisirons, de part et d'autre, des conditions moyennes de pentes et de vitesses.

1° Région de Plaine	rampe de *6*mm par mètre vitesse de *40* kilom. poids remorqué, *320*t	avec la mache pesant 30t poids adhért 50t poids total

Les chiffres du tableau I assignent pour coefficient de résistance :

10 kilog. par tonne de wagons.
20 id. id. machine.

D'où la résistance totale R :

$$R = 320 \times 10 + 50 \times 20,5 = 4225 \text{ kilog.}$$

(1) Ce chiffre correspond à environ *100* tours par minute. C'est une moyenne notablement au-dessous des maximums qu'il est permis d'aborder dans certaines circonstances. Les trains de voyageurs, et surtout les trains express, sont remorqués par des machines dont les roues motrices font jusqu'à *150* et *160* tours à la minute. On admet généralement, jusqu'aujourd'hui, pour limite supérieure, 180 tours à la minute ou 3 tours à la seconde. (Voir Claudel, Laboulaye, etc.)

A la vitesse de 40 kilom. à l'heure ou de 11 mètres par seconde, cette résistance correspond à un travail mécanique de 46,475 kg. m. par seconde, soit :

620 chevaux-vapeur environ.

2° Région de Montagne	rampe de *20*mm par mètre vitesse de *38* kilom. poids remorqué, *100*t	même machine que ci-dessus

Les chiffres du tableau I assignent pour coefficients de résistance :

24 kilog. par tonne de wagons.
34 id. id. machine.

D'où la résistance totale R :

$$R = 100 \times 24 + 50 \times 34 = 4{,}100 \text{ kilog.}$$

A la vitesse de 38 kilomètres à l'heure ou de 10m5 par seconde, cette résistance correspond à un travail mécanique 42,230 kg. m. par seconde, soit :

560 chevaux-vapeur environ.

Les chiffres de *620* et de *560* chevaux-vapeur dépassent, à la vérité, notablement celui de *497* chevaux-vapeur constaté dans l'hypothèse particulière qui a servi de point de départ à ces considérations. Mais il suffit de rappeler à cet égard avec quelle facilité une machine déterminée, convenablement conduite, peut subvenir à ces sortes de suppléments de travail, pour s'assurer que nos divers résultats restent dans les limites des ressources disponibles. Nous citerons, notamment (sans autres développements théoriques, dont la place serait ailleurs), cette remarque caractéristique, dont on trouve sans peine l'explication motivée dans les auteurs spéciaux. C'est qu'une machine, cotée à une force nominale de *80 à 100* chevaux, pour les circonstances ordinaires (vitesse de 30 à 40 coups doubles de piston par seconde), peut, à un moment donné, fournir un travail *six* ou *sept* fois plus grand, savoir : *600 ou 700* chevaux. Le fait s'explique

tout naturellement, si l'on observe que le mécanicien a toujours à sa disposition les deux éléments constitutifs du travail : la tension de la vapeur, d'une part, qu'il peut doubler et parfois tripler, la vitesse des pistons, qu'il peut tripler et quadrupler. De tels facteurs en disent assez sur l'étendue de l'échelle de *rendement*, qu'une construction intelligente permet, généralement, d'embrasser avec une machine déterminée, et sur les avantages que l'industrie est journellement à même de recueillir de cette remarquable propriété. Il devient, en effet, possible d'approprier ainsi le fonctionnement du mécanisme moteur aux résistances à vaincre, et d'établir une juste proportion entre le travail à produire, et les consommations d'eau et de combustible.

Une autre remarque non moins intéressante et qu'on pouvait prévoir, serait celle qui concerne les variations du travail demandé à la machine, suivant la nature des rampes qu'il faut gravir. Si nous poursuivions, en effet, nos exemples de calculs sur le tableau I, nous aurions à constater que, plus la pente augmente, plus le travail mécanique nécessaire pour le même chargement de train diminue. Ainsi le train de 320 tonnes, qui demande sur une rampe de 6^{mm} (à la vitesse de 40 kilom.) un effort de *620* chevaux-vapeur, n'exige plus, sur la rampe de 12^{mm} (à la vitesse de 10 kilom.), qu'un effort de *215* chevaux-vapeur. Il convient de se reporter aux données fondamentales du tableau, pour se rendre compte de cette circonstance.

Remarquons, en effet, que l'effort absolu, développé par la machine, reste toujours à peu près le même, quelle que soit l'inclinaison de la rampe, puisque le poids adhérent lui-même, dont cet effort dérive, ne se modifie pas sensiblement dans la limite des profils usités. Le régime seul de l'allure varie avec la pente et, par conséquent, le nombre de coups de piston augmentant ou diminuant suivant que la pente, au contraire, diminue ou augmente, il est naturel de voir le travail mécanique suivre une marche analogue à celle de la vitesse et diminuer en raison des ralentissements qu'impose la raideur des pentes. C'est pour ces raisons de mécanique

théorique, ajouterons-nous, que les mêmes types de locomotives sont loin de convenir indifféremment aux voies de divers profils. Telle locomotive appropriée aux rampes douces ne pourra plus donner son *rendement* maximum en rampe raide, par suite du ralentissement nécessaire et de la répétition moins fréquente des coups de piston. Pour maintenir le même régime de vitesse à cet organe, il faudrait diminuer le diamètre des roues motrices, donner, en quelque sorte, à la machine une forme *plus trapue*. Nous ne saurions insister davantage ici sur ces sortes de discussions techniques dont la place est ailleurs.

Nous avons terminé l'examen technique de ce que nous avons appelé la *puissance tractive* des locomotives. On nous pardonnera les détails parfois abstraits, dans lesquels nous sommes entré, si l'on prend en considération la nécessité d'appuyer les déductions qui vont suivre sur des bases susceptibles d'un contrôle immédiat, et de présenter, côte à côte, dans le même travail, l'exposé des *méthodes* et l'exposé des *motifs*.

§ 2.

RÉGIME DE CIRCULATION.

Les considérations théoriques cessent de jouer, ici, le rôle prépondérant que nous avons dû leur attribuer dans l'étude précédente; il s'agit, en effet, de rechercher non-seulement le nombre de trains qu'une ligne ferrée peut expédier dans un délai déterminé, dans un jour, par exemple, mais encore de s'arrêter avec discernement au chiffre certain qui représente, non point l'effort *possible* à un moment donné, mais l'effort *moyen*, dont la ligne est susceptible pendant une période de quelque durée: plusieurs jours ou plusieurs semaines. On sent bien qu'on se trouve, dès-lors, en face d'une question d'expérience et de pratique, et que notre examen devra surtout consister en une exploration scrupuleuse des résultats les plus saillants *réalisés* ou *réalisables* dans l'avenir sur les principales lignes européennes. Notre tâche se bornera donc à extraire, des nombreux matériaux mis à la disposition du public par les derniers événements, les documents les plus intéressants, à enregistrer avec exactitude les données les plus authentiques, sans y ajouter d'autres commentaires que ceux qu'exigera la clarté même de nos citations.

Nous choisirons, pour cette revue nécessairement sommaire, parmi les ouvrages récemment publiés sur la dernière

guerre (1870-71), et particulièrement, dans cet ensemble considérable, ceux dont l'opinion publique a déjà, en quelque sorte, consacré la notoriété. Nous commencerons par les étrangers, réservant pour la fin ce qui est plus spécialement relatif au service des voies ferrées en France.

1° — (SERVICE PRUSSIEN OU ALLEMAND). — GRAND OUVRAGE DE L'ÉTAT-MAJOR PRUSSIEN SUR LA GUERRE DE 1870-71.

Ce remarquable et compendieux travail, rédigé tout entier sous la direction du major-général *de Moltke*, est assurément un de ceux qui nous offrent les plus complètes garanties d'exactitude. Il se distingue en outre par ce caractère particulièrement précieux pour nos recherches, d'être l'historique rigoureusement exact des faits et de ne jamais emprunter ses documents qu'aux méthodes réellement pratiquées, aux opérations réellement exécutées.

Nous trouvons dans cet ouvrage qu'abstraction faite des tâtonnements du début ou des particularités accidentelles du service, les chemins de fer allemands ont pu couramment fournir, principalement lors de la concentration des trois premières armées ennemies sur notre frontière, les moyennes journalières suivantes :

Ligne à 4 rails ou à 2 voies — 17 à 18 trains par jour.
Ligne à 2 rails ou à 1 voie — 10 à 12 id.

Ces chiffres correspondent, à peu près, à l'hypothèse de trains se succédant de 2 en 2 heures, avec un repos médian de 3 à 4 heures. Ce sont, effectivement, les conditions du régime habituellement consacré chez nos voisins, et dont nous trouverons la confirmation dans la citation suivante. Il convient de remarquer, en dehors des valeurs absolues des nombres relatés, le rapport qui semble être admis entre les aptitudes de circulation des lignes à simple et à double

voie. Ce rapport, dont l'importance n'a pas besoin d'être signalée, serait ici environ *0,6* ou un peu plus de 1/2 pour la ligne à une voie (par rapport à la ligne à deux voies).

Nous ajouterons, à titre de renseignement utilisable pour la suite de notre analyse, que les moyennes indiquées plus haut permettent de chiffrer, avec cette précision presque mathématique que les Allemands ont eu le mérite d'apporter dans tous leurs mouvements, les délais normaux exigés, dans chaque cas, pour le transport complet d'un corps d'armée.

Si l'on évalue, en effet, d'après des données également prussiennes, le nombre des trains nécessaires pour un corps d'infanterie organisé (éléments de combat seulement, sans les équipages de réserve), aux moyennes de *60 à 65*, on déduit immédiatement les délais suivants :

Ligne à *2* voies	— 3 jours 1/2 environ	pour le transport d'un corps organisé.
Ligne à *1* voie	— 5 jours 1/2 environ	

2° — RÉFLEXIONS ET CONSIDÉRATIONS SUR LA GUERRE FRANCO-ALLEMANDE DE 1870-71.

(Par le Gouverneur de Mayence.)

L'auteur de cet écrit, qui occupait, on le voit, un des postes les plus importants de la ligne d'opérations allemande, était, assurément, bien placé pour tout voir, et pour acquérir une expérience non suspecte des choses dont il parle. Ses principales indications, relatives à l'objet qui nous occupe, peuvent se résumer ainsi :

Pour les grandes distances (de quelques centaines de kilomètres), les trains ne peuvent guère se succéder plus rapidement que :

de *2* heures en *2* heures pour la ligne à *2* voies;
de *3* id. *3* id. id. *1* id.

ce qui, avec l'hypothèse admise par l'auteur d'un repos médian de 4 heures par jour, conduit aux moyennes suivantes :

Ligne à 2 voies — *10* trains par jour.
Ligne à 1 voie — *6 à 7* id. id.

Ajoutons également, à titre de renseignement, les conséquences que l'auteur en tire, soit pour le transport d'un corps d'infanterie, soit pour la comparaison de ce transport avec la marche sur les routes.

Un corps d'armée d'infanterie complet (avec réserves et équipages) exige, suivant les évaluations prussiennes, ainsi que nous le verrons plus loin, un total de 83 trains. De là se déduisent les délais de transports :

Ligne à *2* voies — *9* jours environ.
Ligne à *1* voie — *14* id.

Ces chiffres *9 et 14* peuvent, toutefois, se ramener à *7 et 11* jours, en cas d'urgence ou s'il ne s'agit que du corps réduit à ses éléments de combat proprement dits. Partant, dès-lors, de l'hypothèse que l'avantage des voies ferrées sur les routes n'est, à peu près exclusivement, balancé que par les *difficultés d'expédition* des trains et non par leur *circulation*, l'auteur estime que, dans ces conditions, la supériorité du chemin de fer pour le transport d'un corps d'armée disparaît *en-deçà de 7 étapes* (*140* kilom. environ) avec le chemin à 2 voies ; *en-deçà de 11 étapes* (220 kilom. environ) avec le chemin à 1 voie. Ces chiffres augmentent naturellement s'il s'agit du corps complet, et deviennent respectivement 9 étapes (*180* kilom.) et 14 étapes (*280* kilom.)

L'auteur se livre ensuite, à propos de ces nombres, à un travail de combinaisons mnémoniques, consistant à traduire ses distances limites en lieues ; à les comparer au nombre de *1,000 hommes* dont se compose le corps d'armée ; à présenter enfin un petit tableau mettant en relief l'analogie des nombres de lieues et des nombres de *1,000* hommes (1).

(1) C'est ainsi que l'auteur constate que, dans le cas d'un chemin à deux voies, la route d'étape est préférable tant que le nombre de lieues est infé-

Nous avouons ne point saisir la raison de ces rapprochements artificiels, qui ne tirent nullement leur origine de la nature des choses; et faisant abstraction de ces curiosités au moins inutiles, nous croyons suffisant d'enregistrer les résultats, d'ailleurs fort intéressants, qui viennent d'être cités.

Il convient toutefois, à l'égard de ces résultats mêmes, de faire quelques réserves, d'expliquer, au moins, les écarts qu'on observe entre eux et les données de la citation précédente provenant, cependant, de sources également prussiennes. Les derniers chiffres sont notablement plus faibles. Nous remarquons *10* trains, là où nous avions plus haut *18* trains (ligne à 2 voies); puis 7 trains, là où nous en avions *10* ou *12* (ligne à 1 voie).

L'explication de ces différences, et de toutes celles qu'on aurait évidemment à constater, si l'on procédait à une statistique complète des procédés ou expédients pratiqués dans cette mémorable campagne; cette explication se trouve tout naturellement, à l'examen des circonstances fort diverses au milieu desquelles les Allemands ont dû opérer.

S'il s'agit du premier moment de la mobilisation et de la concentration des armées, alors qu'il fallait, à tout prix, lutter de vitesse avec un adversaire qu'on croyait mieux préparé; ce sont les premiers nombres qui font foi, car c'est, en effet, en un laps moyen de *4 à 5* jours, que l'on voit les premiers corps prussiens apparaître successivement massés et organisés sur la rive gauche du Rhin. Si l'on veut, au contraire, parler de ce régime de transport, qui dut s'établir sur les lignes allemandes, en quelque sorte après le premier coup de feu; de ce régime permanent, qui eut à subvenir, pendant toute la durée de la guerre, au recrutement, au ravitaillement et aux évacuations des masses germaniques;

rieur au nombre de 1,000 hommes — 34 ou 35. — Pour un chemin à une voie, le nombre de lieues doit être inférieur à une fois et demi le nombre de 1,000 hommes. Ces exercices numéraux perdent, au surplus, tout intérêt, dès qu'on change d'unité métrique, et qu'à la lieue allemande on substitue le kilomètre.

ce sont les derniers nombres, croyons-nous, qui doivent être la traduction fidèle de la réalité. On se trouve alors en présence d'un service fatigué et parfois surmené par des efforts excessifs, fonctionnant sans relâche depuis des semaines et des mois, et disposant d'un personnel dont l'expérience et la plus correcte organisation ne suffisent point à réparer les forces limitées. Rien de surprenant qu'en de semblables conditions, il se produise une espèce de détente, et que le chiffre des trains journaliers subisse une réduction notable. Cette réduction paraîtra moins considérable, toutefois, si nous ajoutons, d'après les documents puisés aux sources authentiques, qu'aux derniers nombres *10 et* 7 trains par jour, représentant la part des trains militaires proprement dits, il convient de joindre un appoint habituel provenant des trains de l'intendance, du service des postes, et même de quelques trains de voyageurs.

Notons ceci enfin : notre deuxième auteur cité prend soin d'observer que ces nombres relativement faibles auxquels il s'arrête, sont les moyennes correspondantes au cas des grandes distances à parcourir *d'une traite*, c'est-à-dire aux distances supérieures à 300 kilom. Il est inutile d'insister sur le surcroît évident de complications et de difficultés qu'entraîne la longueur du trajet. Il suffit de quelque attention pour s'assurer que le nombre de trains consécutifs doit diminuer à mesure que la distance augmente, ou que la ligne d'opérations s'allonge.

L'ensemble de ces observations nous amène à conclure, qu'en général et à part les cas exceptionnels de ligne engorgée ou de distances trop considérables, le service de la traction chez nos ennemis s'est trouvé à peu près en mesure d'expédier d'une manière courante :

Sur la ligne à 2 voies — *16 à 18* trains par jour.
Sur la ligne à 1 voie — *10 à 12* id. id.

Nombres qui donnent toujours, pour la ligne à une voie, un rapport un peu plus grand que 1/2.

On va voir plus bas que les grandes compagnies françaises

n'ont point à redouter la comparaison sous ce rapport, et qu'elles peuvent dépasser notablement les chiffres auxquels se sont arrêtés les Allemands.

3° — (ITALIE.) — EMPLOI STRATÉGIQUE ET LOGISTIQUE DES VOIES FERRÉES,

Par le major RICCI (publié en 1872).

L'auteur partage, ainsi que nous l'avons dit dans une note précédente, les lignes ferrées en deux catégories se distinguant par le degré d'inclinaison des profils, et correspondant précisément à nos deux régions de *plaine* et de *montagnes*. La première comprend les rampes de *0 à 12*^{mm} (par mètre), la seconde les pentes supérieures. C'est en partant de ce classement préalable qu'il examine ensuite les conditions normales ou réalisables du service de la traction. Nous ne pouvons, pour les détails de cette intéressante analyse, que renvoyer à la lecture même de l'écrivain italien, nous bornant, pour le surplus, à mentionner les conclusions que nous avons principalement en vue. Le major Ricci admet, en moyenne, les chiffres suivants :

Région de plaine.

Ligne à 2 voies — 24 trains par jour.
Ligne à 1 voie — 12 id. id.

Ce dernier chiffre de *12* trains par jour pour la ligne à une voie constitue l'élément fondamental de ce que l'auteur appelle, suivant une expression assez heureuse, la *puissance logistique* d'une ligne ferrée, c'est-à-dire l'aptitude pratique avec laquelle cette voie de communication se prête au transport, aux mouvements des troupes, et à cet ensemble d'opérations qui porte effectivement, en terme de métier, le

nom de *Logistique* (1). La puissance logistique de la ligne à une voie représentant alors l'unité, celle de la ligne à deux voies sera représentée par le nombre *deux*. Le rapport de l'une à l'autre ligne est, on le voit, un peu moins fort que chez les Allemands (0,5 au lieu de 0,6).

Quant à la catégorie des lignes à fortes pentes, pour lesquelles l'auteur poursuit l'application de sa mesure conventionnelle, il remarque fort judicieusement que le service de la traction s'y trouve soumis à la double nécessité, de s'imposer des chargements de trains réduits et des vitesses moins considérables. L'influence combinée de ces changements de régime l'amène à diviser, en moyenne, par *deux*, les puissances respectives des deux espèces de lignes, d'où, dans cette région de montagnes :

Pour une ligne à 2 voies — Puissance logistique = 1
Id. 1 voie — id. = 1/2

Nous avons adopté, plus haut, le coefficient 1/3. Nous croyons qu'une discussion consciencieuse des considérations théoriques, dont nous avons déduit ce coefficient plus faible, lèverait toute hésitation et conduirait à la justification de nos conclusions. A part cette partielle divergence, on va voir que les chiffres italiens sont ceux qui ont le plus d'analogie avec les chiffres applicables aux réseaux français.

Mentionnons, enfin, dans le même ouvrage, quelques autres données essentielles qui, sans coïncider absolument

(1) LOGISTIQUE, science de la mise en marche et de la conduite des troupes par étapes (Jomini). Dérivé probablement de la dénomination également ancienne : « Maréchal-des-logis. »

Rien de plus imparfait, d'ailleurs, et de moins précis que le langage militaire. Nombre de termes y sont pris, par les différents auteurs, avec des acceptions différentes. Le mot *logistique* est un exemple de cet arbitraire regrettable. Le colonel Lewal lui attribue la signification, fort restreinte selon nous de : *tactique des renseignements*. Nous avons préféré l'ancienne acception, non que nous la trouvions meilleure, mais parce que la raison du changement nous échappe.

avec celles de nos tableaux I et II, s'en rapprochent assez pour révéler une interprétation semblable des principes mécaniques. C'est ainsi que le major Ricci fixe à *250* tonnes le chargement total des machines à 6 roues couplées pour la région de plaine. Cette moyenne est plus faible que la nôtre (320 tonnes) de 1/5 environ (et surtout plus faible que celle des Allemands qui admettent jusqu'à 50 et 60 wagons, soit 4 à 500 tonnes). Mais l'écart est de l'ordre des variations de poids adhérent attribuables aux diverses variétés de locomotives. De même, pour la vitesse moyenne de marche, que l'auteur limite à 30 kilom. Nous spéculerons, dans tout ce qui va suivre, sur la vitesse moyenne de 40 kilom. laquelle, avec nos autres hypothèses, correspond aux pentes de 6 à 7^{mm} (par mètre). Cette différence tient à ce que nous considérons l'éventualité des pentes supérieures (de 7 à 12^{mm}) comme moins fréquente sur les réseaux français que sur les réseaux italiens.

Nous terminerons nos citations étrangères par une opinion extraite d'une consciencieuse brochure récemment publiée en Belgique « *Les Chemins de fer en temps de guerre*, — *capitaine* FORMANOIR » et relative au rapport des puissances logistiques des deux espèces de lignes, à une voie et à deux voies. L'auteur évalue notablement plus haut qu'on ne vient de le voir dans les documents précédents, les avantages de la double voie. Il n'estime pas cette supériorité relative, au point de vue de l'expédition des trains, à moins de *trois fois* (au lieu de deux) la puissance de la simple voie. Parmi les exemples présentés à l'appui de cette estimation, nous citerons, avec le capitaine belge, le transport du corps autrichien de Clam-Gallas de Vérone à Milan (1859), pour lequel il fallut dit-il, trois fois plus de temps, la ligne n'ayant qu'une voie, que n'en eut exigé la même opération, même médiocrement conduite, sur une ligne à 2 voies. Quoi qu'il en soit de la valeur de ces assertions, nous les jugeons bonnes à enregistrer, et surtout susceptibles de corriger, au besoin, ce que peuvent avoir de trop systématique nos propres déductions.

4° — PRATIQUES ET DOCUMENTS FRANÇAIS.

Il convient actuellement de mettre en regard de ces renseignements étrangers, dont il serait superflu de multiplier les citations, les documents que nous fournissent les lignes établies sur notre propre territoire. Nous trouvons, à cet égard, le terrain tout préparé et notre tâche singulièrement facilitée par le remarquable ouvrage, que vient de publier un homme bien connu pour sa compétence en ces matières, M. l'ingénieur Jacqmin.

La question de la puissance logistique des lignes se trouve effectivement traitée dans « *Les chemins de fer pendant la guerre de 1870-71* » comme une des plus importantes, et nous n'aurons en quelque sorte qu'à rapporter un résumé des conclusions de l'auteur. La première est une affirmation rassurante pour l'avenir, et qui montre, là comme ailleurs, à quelle prodigieuse incurie, à quel gaspillage de ses ressources, la France doit attribuer ses derniers désastres.

Le savant ingénieur, s'appuyant, en effet, d'un ensemble de faits authentiques et journellement contrôlables, fait ressortir, sans effort, l'incontestable supériorité des chemins de fer français, comme aptitudes tractives, comme *puissance logistique*, sur la généralité des chemins étrangers et particulièrement sur les chemins allemands. C'est surtout, chose qui pourra surprendre quelques esprits prévenus ou mal informés, en partant des exemples de la dernière guerre, en discutant les grands transports exécutés de part et d'autre, que la preuve de cette affirmation s'établit d'une manière vraiment décisive. Là où l'on voit le maximum d'effort des lignes allemandes s'arrêter aux limites de 20 ou 24 trains par jour, les lignes françaises, celle de l'Est en particulier, parviennent, en dépit d'une confusion militaire trop avérée, à réaliser, pendant des semaines, des expéditions de *40, 50 et jusqu'à 70* trains par jour. Les mêmes différences se

remarquent, à notre avantage, dans les vitesses de circulation respectives; et, n'était l'encombrement des gares, le décousu des rassemblements de troupe, les difficultés de toutes sortes, aussi bien pendant la route qu'à l'embarquement ou au débarquement, on reconnaîtrait que la marche, en-deçà du Rhin, eût pu être deux fois plus rapide qu'on ne la vit chez nos ennemis. Comme si le tempérament des deux peuples devait s'affirmer jusque dans ces détails techniques, et nous montrer, en gage d'espérance, notre vieille race gauloise surprise par le Germain, mais toujours douée de cette vitalité vigoureuse qui fatigue l'adversité.

Des résultats de cette importance valent bien la peine qu'on les appuie de quelques citations. Nous empruntons à l'auteur les plus caractéristiques et les plus *probantes*.

1° Transports effectués par la ligne de l'Est de juillet à août 1870 (pour l'armée du Rhin) :

16 juillet	15	trains.
17 id.	54	id.
18 id.	49	id.
19 id.	62	id.
20 id.	50	id.
21 id.	55	id.
22 id.	74	id.
Total...	359	trains.
Moyenne par jour	*51*	*trains.*

Le personnel et le matériel, transportés dans ces sept jours, se dénombrent de la manière suivante :

186,000	hommes.
32,400	chevaux.
3,162	canons et voitures.
925	wagons de vivres et de munitions.

Et ce coup de feu ne se borna pas à ces sept premiers jours. Cette activité vraiment prodigieuse se maintint avec la même énergie pendant les 22 jours qui furent consacrés,

non point à la concentration, mais à *l'agglomération* de toutes les forces françaises vers les frontières de l'Est, savoir :

300,000 hommes.
65,000 chevaux.
6,600 canons et voitures.
4,400 wagons de vivres ou de munitions.

Soit l'équivalent de 7 à 8 corps d'armée au complet en 22 jours. Donc une moyenne de 2 jours 1/2 à 3 jours pour le transport d'un corps d'armée complet, quand les Allemands en ont constamment consacré un minimum de 4 ou 5 à pareille tâche.

L'examen du labeur accompli par les autres lignes, quoique limité à des opérations moins considérables, donnerait lieu à des observations semblables. Il nous montrerait ce spectacle, rassurant pour l'avenir, de nos grandes compagnies se tenant, durant tout le cours de cette guerre, à la hauteur de leur mission, et sortant, à leur honneur, d'une épreuve où la fatalité ne cessait d'accumuler, pour leur service comme pour les autres, les plus exceptionnelles difficultés.

Joignons à cette citation quelques documents empruntés à d'autres sources :

2° — Campagne d'Italie (1859). — La compagnie de Paris-Lyon, qui fut alors la principale artère de concentration de notre armée, pourvut, pendant toute la durée du mouvement, au transport moyen suivant :

8,400 hommes 650 chevaux par jour.	Ce qui, joint au service de la poste et à quelques trains de voyageurs et de marchandises maintenus, correspond à un chiffre de *17 à 18 trains par jour*.

Le chiffre total s'éleva, parfois, à certains jours, jusqu'à *15,000* hommes (équipages compris), soit plus de *20* trains.

3° — ENQUÊTE PARLEMENTAIRE SUR LES CHEMINS DE FER FRANÇAIS A LA SUITE DE LA GUERRE DE 1870-71.

Cette enquête avait été surtout provoquée par les graves inconvénients de l'engorgement prolongé, que les suites de la guerre produisirent sur la plus grande partie du réseau français, engorgement dont, après plus de deux ans de paix (1873), le commerce national subit encore les fâcheuses conséquences. Nous trouvons, tant parmi les faits authentiques relatés, que parmi les affirmations présentées par les compagnies intéressées au cours de ces investigations, les documents suivants :

1° — La ligne *P.-L.-M.* a fourni pendant plus de trois mois consécutifs (deuxième moitié de 1871) une moyenne journalière de *24* trains dans chaque sens, et enlevait, effectivement, sur le quai de Marseille, un poids de marchandises également journalier de *3,500* tonnes, soit environ *145* tonnes par train, sans compter les voyageurs.

2° — La même ligne se trouvait en mesure, suivant les allégations de ses représentants aux députés chargés de l'enquête, de fournir, à titre exceptionnel, il est vrai, et pendant un laps de temps limité seulement, un service de *50* trains dans chaque sens, remorquant chacun un chargement de *300* tonnes.

En faisant la part des exagérations *intéressées*, qui ont peut-être échappé aux représentants de la compagnie, dans leurs dépositions (1); en admettant, notamment, que ce

(1) On sait que, depuis quelque temps, la presse périodique, appuyée d'une fraction notable de l'opinion publique, a entrepris une campagne très-active pour provoquer, dans le régime de concession et d'exploitation des réseaux français, des modifications radicales. On combat les grandes concessions comme un *monopole* actuellement inutile et onéreux à tous les intérêts. On réclame, pour les anciennes lignes comme pour les lignes projetées, la *liberté de construction*, d'exploitation, la *libre concurrence* en un

chiffre de *50* trains par jour dans chaque sens serait probablement au-dessus des efforts que les plus grandes lignes se trouveraient aujourd'hui en mesure de déployer ; il est permis, néanmoins, de conclure, des *seuls* faits, et en dehors de toute allégation hasardée, que la ligne de Paris-Lyon a fait ses preuves comme la ligne de l'Est ; qu'il en serait à peu près de même de chacune des autres grandes compagnies françaises (Nord, Ouest, Orléans), et qu'au cas échéant, enfin, l'ensemble de notre réseau à deux voies saurait s'accommoder couramment de la moyenne journalière de *25 à 30 trains* dans chaque sens.

Nous arrêtons ici la série des citations, sur l'autorité desquelles nous avions dessein de nous appuyer. La question, telle qu'elle se trouve actuellement posée, n'a plus besoin de longs commentaires. Nous en avons exposé les éléments essentiels, c'est-à-dire, les données authentiques, résultant des pratiques usitées récemment chez quelques-uns de nos voisins ou en France. Nous pouvons, dès-lors, asseoir nos conclusions pour l'avenir, sinon sur les bases d'une certitude absolue, au moins sur des probabilités rationnelles et n'ayant guère contre elles que les caprices du hasard ou les accidents.

Nous constatons, en premier lieu, que le service français, soit par la supériorité de son matériel, soit par le tempérament de son personnel, soit par tout autre motif d'organisation que nous n'avons point mission de rechercher ; que le service français, disons-nous, occupe un des premiers rangs comme *expéditeur de trains*. Vitesse de marche supérieure, succession plus rapide des trains. La preuve de toutes ces

mot. La ligne de P.-L.-M. a été plus particulièrement l'objet des attaques des novateurs, autorisés par le fait des derniers engorgements ; c'est apparemment pour conjurer le danger et faire échec à la critique, que les administrateurs de cette ligne reculent si peu devant des assertions risquées. C'est un plaidoyer *pro domo*, où les promesses ne sont point épargnées.

choses ressort de ce que nous venons de voir et de ce que nous aurions pu ajouter, si nous n'avions voulu borner nos citations au strict nécessaire. Cette supériorité relative, toutefois, ne doit point être exagérée; elle ne constitue peut-être qu'un avantage éphémère destiné à disparaître promptement devant les progrès incessants des relations et des échanges internationaux. A nous de veiller et de nous rappeler « *que noblesse oblige* ».

Nous n'irons point, en conséquence, jusqu'à admettre, comme couramment praticables, surtout en temps de guerre, ces régimes de traction *intensifs,* dont telle compagnie a pu donner l'exemple à certains moments de suprême urgence, auxquels telle autre se ferait fort de satisfaire à la première réquisition. De semblables efforts ne se demandent qu'en cas de nécessité absolue, et ne sauraient figurer dans les combinaisons sérieuses qu'à l'état de probabilités, de *chances* heureuses, plus ou moins réalisables. Nous abaisserons nos hypothèses à des moyennes plus modestes, mais en revanche, moins soumises aux hasards de la mauvaise fortune.

Nous avons vu les Allemands pousser leur service de traction militaire jusqu'aux maximums de 18 et 20 trains par jour (ligne à 2 voies). Ces chiffres, que le service français a pu doubler et même tripler, à certains jours de *coup de feu*, sont généralement quelque peu dépassés par ceux qu'indiquent les auteurs italiens, belges, français, pour leurs pays respectifs. Faisant, en ceci, la juste part de ce qui est ici, résultat direct de l'expérience, et là, simple déduction du calcul; tenant compte, également, des perfectionnements incessants que le temps ne manquera d'apporter dans toutes les branches de la locomotion à vapeur, nous croyons pouvoir fixer les moyennes, sur lesquelles on peut actuellement compter chez nous, aux chiffres suivants :

Région de plaine.

Ligne à 2 voies — *20* trains par jour.
Ligne à 1 voie — *10* id. id.

Le rapport de la puissance des deux lignes à 2 et à 4 rails

se trouve ainsi fixé à 1/2, chiffre que nous présentons, non point, sans doute, comme l'expression d'une mesure précise, mais d'un *quantum* approximatif propre à servir de repère.

Quant au régime praticable en *région de montagne,* nous le supposerons, sinon identique, du moins généralement assimilable au précédent. L'expédition de plusieurs trains consécutifs étant surtout, en effet, une opération de gare, un travail administratif ou matériel d'embarquements et de débarquements, nous ne pensons point que la nature des profils doive, en principe, motiver dans ce service des modifications sérieuses. Que l'influence d'une augmentation de pente se traduise par un ralentissement de marche, par une diminution de chargement, nous l'avons reconnu et indiqué, plus haut, dans la mesure qu'enseignaient à la fois la théorie et l'observation. Mais il nous semble rationnel de tenir le régime de succession des trains comme à peu près indépendant de ces variations de tracé, de considérer, à cet égard, l'organisation du service comme l'élément prépondérant de la question, et d'admettre, sauf les éventualités d'accidents ou de circonstances atmosphériques exceptionnelles, un régime d'expédition identique pour les deux régions.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que ce régime moyen de circulation ne saurait véritablement représenter la somme de travail normal, dont une ligne ferrée est susceptible, que sous la condition expresse et en quelque sorte élémentaire d'une organisation satisfaisante, appropriée, de l'ensemble de ses services. L'examen du système, envisagé à ce point de vue, trouvera sa place dans d'autres études. Qu'il nous suffise, actuellement, de signaler sommairement quelques-uns des principaux éléments nécessaires à la réalisation régulière et assurée des hypothèses que nous venons de formuler.

Nous placerons en première ligne l'aménagement des gares d'embarquement et de débarquement, et, en général, de toutes les constructions ou bâtiments reconnus indispensables à une exploitation active. C'est peut-être par ce côté

que le service français, malgré le zèle intelligent de son personnel, a le plus douloureusement souffert des imprévoyances militaires de 1870. Rien, ou à peu près rien, en effet, n'avait été préparé dans les gares pour recevoir, pour embarquer ces masses d'hommes, de chevaux, de matériel. Les quais, les plates-formes, les machines de toutes sortes, faisaient également défaut, car autre chose est de manipuler le stock courant des marchandises du commerce, pour lequel on dispose toujours de délais suffisants ; ou de procéder à l'expédition journalière de plusieurs milliers d'hommes, avec équipages, canons, munitions, etc. Même embarras, même encombrement, même confusion, aux gares de débarquement, où, pour parler le langage de l'ingénieur Jacqmin, le langage du métier, le *destinataire* manquait fréquemment à l'appel et rendait ainsi les *livraisons* immédiates impossibles. De là le spectacle affligeant de ces nombreux détachements errant comme égarés aux abords des gares ; de ces engorgements de matériel ; de ces trains tout entiers, chargés, laissés pendant des semaines sur les voies d'évitement, immobilisant des ressources et un matériel précieux dont les intéressés finissaient parfois même par ignorer l'existence (1).

Ce n'est point seulement du matériel propre au mouvement ou à la prompte manipulation des convois qu'il faut se préoccuper. Les quais, les plates-formes, les voies d'évitement ou de garage, les stations d'eau et de charbon pour les machines,... tous ces éléments sont, à la vérité, de la plus haute importance. Mais la question d'humanité impose d'autres et non moins impérieux devoirs. Quand il s'agit de transporter un personnel nombreux à des distances considérables, de tenir confinés dans des voitures, durant des journées entières, des masses d'hommes et d'animaux, qui ne sent qu'on se trouve là en face d'une situation exceptionnelle, et qu'on est tenu d'y pourvoir par un ensemble de

(1) On connaît la triste histoire des wagons de cartouches perdus dans la gare de Metz, et retrouvés..... mais un peu tard. — (Voir note *g*).

mesures également exceptionnelles? Les réseaux ferrés stratégiques doivent donc, désormais, être pourvus d'un système de buffets militaires, de stations de repos et d'ambulance; d'une organisation administrative, en un mot, qui régularise le service de ces nouvelles lignes d'étapes, et qui nous épargne, pour l'avenir, le déplorable spectacle auquel la France s'est vue forcée d'assister lors de la dernière guerre. Les besoins de la nature ne s'ajournent pas. S'en remettre au hasard pour y satisfaire serait imprudence ou folie chez des particuliers; c'est un crime chez le chef d'armée (1).

Après ces conditions principales, dont nous ne donnons, pour le moment, qu'une esquisse rapide, viennent les conditions secondaires. Elles appartiennent à un ordre d'idées, dont l'étude incombe plus particulièrement aux publications spéciales, aux manuels pratiques. Nous n'en signalons ici que quelques-unes, telles que : la plus *grande homogénéité* possible dans la composition des trains; la plus *rigoureuse exactitude* dans la fixation et dans l'observation des heures de départ; la *police* minutieuse des gares et des stations, etc.; renvoyant, pour le surplus, soit au chapitre qui traitera de ces matières, soit aux manuels des compagnies.

(1) Ainsi, nous insisterons notamment, avec M. le sous-intendant Baratier (voir ses remarquables Études au *Journal des Sciences militaires* — 1872 et 1873), sur l'urgence de disposer le long des grandes voies des établissements spéciaux destinés à la *réfection* régulière du personnel — hommes et animaux. — Ces haltes de restauration sont surtout indispensables pour les grands trajets dépassant *24 heures*. Et comme elles impliquent des arrêts de *une* ou *deux* heures, on sent que dans ces conditions le régime de circulation devra subir quelque ralentissement. (Voir la note *g*.)

Résumé.

Nous avons rempli, dans les deux paragraphes précédents, le programme que nous nous étions assigné, comme première partie de notre tâche. Nous avons présenté une analyse raisonnée, aussi succincte que possible, du système de locomotion à vapeur envisagé dans son essence comme dans ses principes d'organisation et de fonctionnement. La *puissance tractive* et le *régime de circulation* sont les deux termes par lesquels se résume cette analyse. Ce sont également les deux éléments constitutifs de cette force motrice, dont nous allons étudier, dans les paragraphes suivants, l'application aux transports militaires. Ce sont les deux *facteurs* de cette puissance à laquelle nous attribuerons, avec le major Ricci, la dénomination caractéristique de *puissance logistique* des voies ferrées, dénomination empruntée au vocabulaire militaire, et qui s'applique assez exactement aux mouvements de troupe, dont l'exécution est précisément l'objet de nos recherches.

Rappelons l'ensemble des résultats chiffrés auxquels nous sommes successivement parvenu, et par lesquels peut s'exprimer, moyennement, la dite puissance logistique.

TABLEAU III.

LOCOMOTIVE à trois essieux couplés de poids adhérent 30 tonnes (1).	RÉGION DE PLAINE (0mm à 12mm).			RÉGION DE MONTAGNE (au-dessus de 12mm).		
	POIDS TOTAL du train, en tonnes.	NOMBRE de trains par jour	POIDS remorqué par jour, en tonnes.	POIDS TOTAL du train, en tonnes.	NOMBRE de trains par jour.	POIDS remorqué par jour, en tonnes.
Ligne à une voie....	320	10	3,200	100	10	1,000
Ligne à deux voies..		20	6,400		20	2,000

(1) C'est le type dit : ***Machines à marchandises***, type le plus répandu et qui existe, avons-nous dit, actuellement dans la proportion de 50 °/o dans le matériel de la plupart de nos grandes lignes.

Avec d'autres types de machines, il faudrait multiplier les chiffres du tableau par des coefficients appropriés ; ainsi, avec 20 tonnes de poids adhérent, coefficient 2/3 ; avec 40 tonnes de poids adhérent, coefficient 4/3.

Emploi de la puissance logistique.

Nous nous proposons actuellement de mettre en présence, d'une part, la force tractive qu'on vient d'analyser, et, d'autre part, la tâche que lui impose le service spécial des transports militaires. Mais il convient, au préalable, de faire, à l'égard des données précédentes, formulées comme points de repère, une réserve indispensable.

Ces données expriment, en général, le poids total *brut* qu'une locomotive déterminée est susceptible de remorquer; il appert, dès-lors, que pour avoir une idée nette de la *charge* réellement transportée, du *poids utile*, en un mot, il reste à défalquer, du poids total, la portion provenant du matériel proprement dit ou de l'ensemble des véhicules. Or, cette portion, qui constitue le *poids mort* du train, est chose, de sa nature, éminemment variable. On connaît les nombreuses variétés de voitures usitées sur les chemins de fer : wagons, trucks, plates-formes, etc. Autant d'espèces particulières, se subdivisant elles-mêmes en autant de types dissemblables qu'il y a de lignes ou d'ateliers de construction. De là une échelle considérable de poids différents, entre lesquels les circonstances, toujours diverses elles-mêmes, nous interdi-

sent, évidemment, de donner la préférence à tel ou tel chiffre déterminé. La méthode qui s'indique, en conséquence, comme étant la plus rationnelle et la plus conforme à nos procédés habituels, nous amène à l'établissement d'une moyenne, dont la valeur synthétique réponde, avec une approximation suffisante, à la généralité des cas les plus usuels.

De l'ensemble des documents recueillis à diverses sources, nous déduisons les données suivantes :

Les wagons	à voyageurs pèsent de	5 à 8	tonnes.
Id.	à bestiaux et à marchandises	5 à 7	id.
Id.	plates-formes	4	id.

En estimant à la moyenne de 10 tonnes la tare totale du véhicule chargé (poids utile et poids mort réunis), on aurait, pour les proportions de poids mort respectives :

	Poids moyen du véh.	Proportion du poids mort au poids total.
Wagon à voyageurs	6t5	0,65
Wagon à bestiaux	6t0	0,60
Plate-forme	4t0	0,40

D'où il résulterait qu'il faudrait tabler sur des proportions moyennes de poids mort de *0,60* et *0,40*, la première pour les transports de personnel (hommes et animaux), la seconde pour les transports de matériel (engins, voitures, etc.). Mais nous ferons observer que ces chiffres répondent à la situation actuelle, ou plutôt à la situation de la veille, et qu'il est conforme aux plus naturelles, au moins contestables prévisions, de spéculer, pour l'avenir, sur les incessants perfectionnements de la construction. Ces améliorations indubitables, dont on a la preuve journalière, soit par une appropriation mieux étudiée des véhicules, soit par un choix mieux entendu des matériaux (tel que la substitution du fer au bois); ces améliorations ne manqueront certainement

d'apporter dans tout le matériel un allégement progressif. Nous croyons, par ces motifs, pouvoir nous tenir notablement au-dessous des proportions constatées plus haut, et nous rapprocher des conditions déjà réalisées ou prochaines, en admettant ici les moyennes de *50 °/₀ et 30 °/₀* pour la part du poids mort dans les deux cas extrêmes envisagés. La moyenne unique, dont il faut se contenter dans une étude générale comme la nôtre, se trouvera, dès-lors, fixée au chiffre de *0,40* ou 40 °/₀ du poids total. Telle est la part à peu près absorbée par les véhicules, dans le chargement d'un convoi ; tel est le *quantum* qui doit être, chaque fois, défalqué du travail total de traction, pour donner, par différence, l'expression du *travail utile* réellement disponible.

Ces réserves essentiellement pratiques qu'il importait de faire, ont pour objet immédiat d'indiquer avec quelles réductions préalables il convient d'employer les chiffres de chargements présentés en tête des tableaux I et II, et résumés dans le tableau III. Ainsi les chargements respectifs de 320ᵗ et 100ᵗ attribués, pour les deux régions (de plaine et de montagne), à la locomotive de 30 tonnes de poids adhérent, ne représentent en réalité que :

$$\left.\begin{array}{l} 190\ (1)\ \text{tonnes} \\ 60 \quad\ \ \text{id.} \end{array}\right\}\ \text{de poids utile remorquable.}$$

De même pour les chargements afférents aux locomotives appartenant à des types différents.

Nous croyons devoir, également, avant d'aborder dans ses

(1) Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer que les chiffres de chargement des trains arrêtés par l'ancienne Ordonnance de 1846 (sur les transports par voies ferrées) présentent déjà quelque analogie avec les nôtres, surtout si l'on tient compte du temps écoulé et des progrès accomplis. Voici deux extraits caractéristiques de ladite Ordonnance :

Train de voyageurs (maximum), 24 wagons ; environ 200 tonnes.
Id. militaire — 40 — — 320 —
(avec la vitesse moyenne de *30ᵏ* à l'heure).

détails l'économie du système des transports militaires, nous munir de quelques renseignements précis relatifs au poids des principaux éléments qui figurent dans une armée. Ces poids qui, pour les hommes comme pour les choses, peuvent certainement varier d'une époque à l'autre, d'une armée à l'autre, voire même dans le sein de la même armée, pour les différentes fractions constituantes, n'oscillent cependant qu'entre des limites toujours assez resserrées, pour permettre de s'arrêter à certaines cotes et de les choisir comme repères. C'est à ce titre que nous allons réunir en un tableau figurant, en quelque sorte, un fragment d'aide-mémoire, les moyennes typiques les plus saillantes, correspondantes au personnel ou au matériel de guerre.

TABLEAU IV.

		POIDS INDIVIDUEL EN KILOGR.	POIDS MOYEN EN KILOGR.	POIDS DE GROUPES EN TONNES.
PERSONNEL.	Homme (sans charge)....	62	90	1,000 hommes équipés et armés.. 90
	Charge.....	28		
	REM. — Nous prenons pour type le fantassin. Si le cavalier peut être plus lourd ACTUELLEMENT, il est moins chargé.			
	Cheval de trait, harnaché.	570	560	100 chevaux équipés 56
	Cheval de selle, sellé....	550		
MATÉRIEL. DE BATAILLE.	Artillerie lourde — Pièce.....	2,100	2,000	10 voitures d'artillerie lourde. 20
	Artillerie lourde — Caisson d'artillie	1,900		
	Artillerie lourde — — d'infante	2,000		
	Artillerie légère — Pièce.....	1,300	1,500	10 voitures d'artillerie légère.. 15
	Artillerie légère — Caisson d'artillie	1,400		
	Artillerie légère — — d'infante	1,500		
DES PARCS, TRAINS ÉQUIPAGES.	Charrette à bagages.....	1,200	2,500	10 voitures de parc lourdes .. 25
	Chariot de parc, moyne chge	2,500		
	Caisson de 1,200 rations..	2,500		
	Ambulances, charrettes de	1,200	...	10 voitures de parc légères de 12
	Télégraphe, divers.... à	1,500		à 15

Les chiffres de ce tableau ne représentent, nous le répétons, que des moyennes approximatives, bonnes à utiliser comme indications générales. C'est le seul usage que nous nous proposions d'en faire, sans avoir la prétention d'attribuer d'autre signification à ces repères de circonstance.

§ 3.

COMPOSITION ET EXÉCUTION

DES TRAINS MILITAIRES

(RÉGION DE PLAINE).

L'examen qui va suivre consiste dans une revue détaillée de toutes les unités tactiques, dont se compose une armée, envisagée aux divers échelons de sa formation organique. Partir de la constitution normale, actuelle ou présumable, de chaque groupe, comme donnée fondamentale ; mettre en présence la puissance tractive dont nous venons d'évaluer les moyennes pratiques ; prendre, en quelque sorte, la mesure directe de l'effort sur la masse à transporter. Telle est la marche que nous allons suivre, pour établir le plus exactement possible les résultats chiffrés dont l'ensemble n'est autre, en somme, que le manuel, le *rudiment* indispensable de toute exploitation militaire de ligne ferrée. Ce travail, on l'imagine, n'est rien moins que nouveau. Il a dû, ou *aurait dû être* le début obligé de l'application à grande échelle des nouveaux moyens de transport aux mouvements de troupes. Mais, si de nombreux spécimens n'en font défaut nulle part, il faut bien reconnaître qu'ils sont loin d'avoir été partout l'objet des mêmes préoccupations. Ce qui était

devenu chez les uns, en Prusse, par exemple, presque classique en fait d'éducation militaire, est resté longtemps, chez les autres, enfoui dans les archives ignorées des ministères. C'est ainsi que nous avons eu, en France, une *Commission spéciale centrale* des chemins de fer, instituée par le regretté maréchal Niel, pour étudier ces questions urgentes ; mais que les travaux de cette commission, dont le ministre attendait *impatiemment* les conclusions, sont restés délaissés de son successeur, à l'état de lettre morte (1). Tant il y a que, pour cette guerre fatale de 1870, tout devait être contre nous, et que, notre confiance *gauloise*, dégénérant en vaine présomption, nous ne devions paraître, en face de nos ennemis, qu'avec les défauts de nos plus incontestables qualités !

(1) Il est vrai qu'il existe actuellement une Commission supérieure des chemins de fer, créée depuis tantôt deux ans (1871) dans le même but militaire. La composition de cette Commission ne laisse assurément rien à désirer comme réunion de capacités et autorise les plus sérieuses espérances. Mais ces espérances ne sont point encore des réalités, et nous attendons toujours.....(1873).

Unités tactiques élémentaires.

Régiment d'infanterie. — On ne s'attend point que nous entrions ici dans une discussion détaillée relativement à la composition normale du régiment. Il y a, d'ailleurs, un certain nombre de points sur lesquels tout le monde est à peu près d'accord. Ainsi nous admettrons, conformément à ce *concensus* général, le principe des *trois* bataillons. Celui du petit parc régimentaire comprenant : un premier approvisionnement de cartouches, une réserve de deux ou trois jours de vivres, des effets d'habillement, d'équipement, des bagages, etc. Les divergences ne se manifestent qu'à propos des chiffres respectifs attribuables à chacun de ces éléments. Pour les bataillons, la question des effectifs, sans cesse prise et reprise par les hommes de métier, compliquée, d'ailleurs, de considérations étrangères à l'art militaire proprement dit, est une de celles qui ont certainement donné lieu aux solutions les plus variées. Entre les termes extrêmes de *400* hommes et de *1,000* hommes, l'échelle des termes moyens se trouve, en quelque sorte, épuisée par les usages des différentes puissances européennes. Déterminé, toutefois, par un ensemble de raisons que nous ne pouvons développer (1), nous n'hésitons pas à nous ranger à l'avis des partisans des *gros* bataillons, estimant avec eux qu'on ne saurait trop se

(1) Nous renvoyons aux ouvrages qui traitent d'organisation militaire, et notamment aux Etudes remarquables de M. le colonel Lewal, publiées dans le *Journal des Sciences militaires* (1872-73).

prémunir contre l'inévitable décimation des premières marches et des premières épreuves d'une campagne. Cette opinion n'a-t-elle point, d'ailleurs, pour elle le témoignage non-suspect d'une expérience de plusieurs années pratiquée dans quelques corps français? Est-il besoin, ajoutons-nous, de se livrer, à cet égard, à un travail d'imitation étrangère; d'aller copier, chez les Prussiens, un principe que nous avons depuis longtemps adopté pour nos bataillons de *chasseurs* et de *zouaves*; principe qui n'a guère soulevé d'objection sérieuse que celle de son application restreinte à ces corps spéciaux? Nous supposerons donc tout régiment d'infanterie composé de trois bataillons ayant un effectif moyen de 900 hommes, ensemble 2,700 à 2,800 hommes pour le régiment, y compris les services secondaires.

Quant aux voitures du petit parc régimentaire, nous partirons des hypothèses suivantes, généralement admises: *30* cartouches de premier approvisionnement par homme; deux jours de vivres de réserve; une cantine; bagages divers pour la troupe et pour les officiers.

De là, nous déduisons le tableau de la composition et des poids à traîner, *chiffres moyens* bien entendu:

	Hommes	2,800	250t
	Chevaux (état-majr, offirs montés)	60	30t
Voitures	Munitions (80,000 cartouches) 3 Vivres 6 Bagages, cantines, etc. 12	21	30t
	Total		310t (1)

(1) Il n'est pas inutile de citer ici quelques-uns des documents dont nous nous sommes aidé, par la comparaison ou par le contrôle:

1° L'ingénieur Jacqmin indique dans son ouvrage la composition suivante:

Hommes	2,890	2,960
Officiers	70	
Chevaux		70
Voitures		14

Ce chiffre d'environ 300 tonnes représente, pour notre locomotive type, cotée à 190 tonnes de poids utile, le chargement de *deux* trains au maximum.

C'est donc à cette *moyenne de deux* trains que sera tarifé le transport d'un régiment d'infanterie.

L'objection qu'on pourrait nous faire de couper ainsi d'une manière anormale les trois unités élémentaires du régiment, n'aurait de valeur que dans le cas où les trois bataillons seraient séparés et auraient à voyager isolément. A part cette circonstance exceptionnelle, où la force des choses impose évidemment un train par bataillon, l'inconvénient du fractionnement d'un bataillon, par la division en deux trains, n'offre aucune gravité. Il ne balance point, surtout, l'avantage précieux de l'économie d'un train.

Un régiment d'infanterie. — 2 trains.

Batterie d'artillerie lourde. — Nous nous trouvons ici en présence de deux compositions différentes. D'une part, la composition actuellement réglementaire en France, qui est celle avec laquelle nos batteries de réserve ont figuré dans la dernière guerre. D'autre part, la composition présumable de l'avenir, qui n'est encore, il est vrai, qu'à l'état de pro-

L'auteur attribue ***un train*** par bataillon. Mais il reconnaît lui-même que ce sont des trains ***faiblement*** chargés.

2° Pour le parc régimentaire, les Prussiens n'ont que ***15*** voitures (dont 3 lourdes et le reste à deux colliers) ; mais ils se limitent à une réserve de 25 cartouches par homme.

3° Pour le même parc, les Autrichiens ont 22 voitures à deux colliers ; réserve de 35 cartouches par homme.

4° Enfin, nous rappelons, à propos des six voitures de vivres, l'intéressante déposition de M. le général Davoust devant la Commission des Marchés, dans laquelle cet officier réclame, comme nous, deux jours de vivres à la suite immédiate des troupes. Seulement, il demande une charrette portant 700 kilogr. (de rations) pour chaque groupe de deux compagnies, soit trois charrettes par bataillon, et ***neuf*** par régiment.

jet (1), mais dont le principe, dès à présent consacré par les tendances générales, sera certainement un allégement de la batterie et une réduction de son matériel.

Mettons en présence les deux systèmes, le second n'étant formulé, bien entendu, que sous toutes réserves.

Composition actuelle.		Composition présumable.		
		Hommes		160
		Chevaux		115
Hommes	190	Voitures	6 pièces 6 caissons 2 chariots 1 forge 1 affût de rech°	16
Chevaux	150			
Voitures	22			

La différence entre les deux compositions est considérable. C'est la suppression en bloc des six caissons de deuxième ligne et du personnel qui leur correspond. C'est, en un mot, la réduction de la batterie à ses stricts éléments de combat, les voitures de munitions supplémentaires se trouvant ainsi absolument détachées de l'unité principale, pour être rejetées dans les *parcs divisionnaires*, dont l'adoption chez nous semble, désormais, également probable.

Quoi qu'il en soit de l'avenir prochain réservé aux nouvelles tendances, dont nous sommes loin d'être l'adversaire, nous conserverons, pour nos évaluations, l'hypothèse de la composition actuelle. Il sera toujours facile d'opérer sur nos résultats une réduction appropriée aux remaniements que nos batteries seront appelées à subir. Nous posons donc :

Hommes	190	—	17	tonnes.
Chevaux	160	—	85	id.
Voitures	22	—	44	id.
Poids total			146 à 150	tonnes.

C'est le poids d'un de nos trains-types modérément chargés.

(1) Voir la *Revue d'artillerie*, numéro d'avril 1873.

La nouvelle composition mise en parallèle aurait donné 40 à 50 tonnes de moins, soit environ *100 tonnes*. C'est *à fortiori* le chargement d'un train avec la ressource additionnelle, d'avoir une entière latitude dans le choix des locomotives employées.

Quant aux batteries d'artillerie légère, batterie de campagne ou batterie de montagne, il est à peine nécessaire d'observer que le train *unique* sera toujours plus que suffisant pour leur transport au grand complet; on s'en assure immédiatement par les spécimens de leur composition actuelle :

Batterie légère de campagne.		Batterie de montagne (1).	
150 hommes.....	13 t	115 hommes.....	10 t
100 chevaux	56 t	110 mulets ou chevaux	55 t
18 voitures.....	27 t	80 charges de 120 k...	10 t
Poids total...	96 t	Poids total...	75 t

Nous ajouterons, toutefois, à l'égard des batteries légères, que l'application des idées de réduction, auxquelles nous venons de faire allusion, abaisserait assez leur poids total, pour qu'il devint possible à une seule locomotive de remorquer à la fois deux batteries. Cette combinaison avantageuse entraînerait d'autant moins de complication, que ces unités tactiques sont généralement accouplées dans les brigades ou dans les réserves.

Une batterie { lourde. — *Un train.*
légère. — *Un train ou 1/2 train.*

Escadron de cavalerie. — Nous admettons encore ici, sans entrer dans les nombreuses discussions soulevées à ce propos entre les hommes de métier, les *forts* effectifs. Quatre

(1) Nous prenons une batterie réduite à ses éléments d'artillerie proprement dits, c'est-à-dire ne portant aucunes munitions d'infanterie, mais ayant ses pièces approvisionnées à *200* coups environ.

pelotons à 16 files avec les chevaux des cadres, et les charrettes du petit parc, nous conduiront, à-peu-près, à la composition suivante :

Hommes.....	160	—	14	tonnes.
Chevaux.....	170 (1)	—	95	id.
Voitures (à 2 colliers)	4	—	6	id.
		Poids total....	115	tonnes.

Ce chiffre est à peine les 2/3 du chargement d'un train normal. Mais si l'on observe que les tendances sont plutôt à une augmentation qu'à une diminution de l'effectif; que plusieurs puissances européennes ont même déjà leurs escadrons à *200* hommes et s'en trouvent bien, on nous accordera qu'il est logique de maintenir la donnée du train complet pour l'escadron.

Escadron de cavalerie. — Un train.

Matériel roulant. — Nous nous rallierons, en ce qui concerne les approvisionnements en munitions, au principe des *parcs divisionnaires.* Cette subdivision des parcs de corps d'armée est, en quelque sorte, devenue indispensable, depuis qu'au développement inusité du tir est venue s'ajouter cette augmentation progressive de l'artillerie de campagne, mise à l'ordre du jour chez toutes les puissances. Avec les fusils à tir rapide, avec un minimum de 4 batteries par division, il nous paraît, désormais, inadmissible, ainsi que nous l'avons dit ailleurs, qu'on puisse s'en tenir à l'ancienne méthode d'un parc *unique* par corps d'armée. Ce serait inévitablement s'exposer à l'alternative de n'avoir qu'une réserve de munitions insuffisante, ou d'aboutir à une agglomération de voitures tout aussi dangereuse.

(1) Je mets plus de chevaux que d'hommes. Cette mesure, qui s'écarte des idées généralement admises, me paraît motivée par les besoins du service futur de la cavalerie, service qui usera plus vite les animaux que les hommes.

Le transport du parc divisionnaire doit donc figurer dans nos évaluations. Nous adopterons pour sa composition moyenne les bases suivantes :

Parc divisionnaire (d'infanterie).

Voitures à cartouches ..... (Réserve de 30 cart^es p^r homme)	13	voit^es d'art^rie lourde	26 t
Voitures à munitions d'artillerie (Un caisson par pièce).....	24	voitures mixtes	42 t
Voitures diverses	6		9 t
Hommes.....	150		13 t
Chevaux.....	140		76 t
		Poids total....	166 t

166 tonnes ou à peu près le chargement de notre train-type.

Parc divisionnaire. — Un train.

Quant aux autres éléments du matériel, parc et équipages généraux du Train, nous nous bornerons à évaluer en bloc la capacité d'un train pour chaque catégorie principale.

Nous aurons soin, toutefois, d'envisager chaque fois les deux hypothèses essentielles et fort distinctes des voitures isolées ou des voitures voyageant avec leur personnel de traction sur route. De là deux séries de résultats présentant nécessairement des différences considérables.

Chargements admissibles pour un train-type (190 tonnes de poids utile.)

		Isolées.	Avec hommes et chevaux.
Train de combat (munitions)	Voitures lourdes	95 voit^s	30 voit^s
	Voitures légères	125 id.	45 id.
Train d'équipages, (vivres, ambulance, divers)	Voitures lourdes	76 id.	30 id.
	Voitures légères	125 id.	50 id.

Il suffit pour l'intelligence complète de ces résultats de se reporter aux chiffres du tableau IV.

Unités tactiques supérieures.

Brigade d'infanterie. — La brigade est, à peu près partout, la réunion de deux régiments avec l'artillerie et la cavalerie jugées nécessaires. Notre effectif d'artillerie n'est plus à discuter; notre principe des quatre batteries divisionnaires étant une fois admis, d'après les considérations émises dans notre premier chapitre, chaque brigade a ses deux batteries, et on dira bientôt, quand les mœurs tactiques nouvelles auront pris racine, on dira plus justement : chaque régiment a sa batterie.

L'accord et les pratiques actuelles sont moins unanimes pour le chiffre de la cavalerie. La révolution complète, définitivement accomplie dans le rôle qu'il convient d'attribuer à cette arme, n'est plus contestée que par les esprits trop idolâtres de la tradition ou de leurs souvenirs personnels. Mais les divergences se révèlent dès qu'il s'agit de supputer pour les effectifs, les conséquences les plus rationnelles de cette révolution, ou si l'on veut, de ce changement de fonctions. Les uns y voient une raison péremptoire de réduire de plus en plus le nombre des cavaliers, et d'alléger à la fois, suivant eux, les charges du budget et les embarras de l'armée. Il n'est pas douteux que les abus, la profusion de la cavalerie, vers lesquels on tendait dans ces derniers temps, ne donnent à cette opinion l'apparence d'une réaction légitime. Elle s'appuie sur l'autorité d'un nombre considérable d'hommes de guerre illustres, et rappelle volontiers cet adage fameux d'un grand philosophe (1), parfois aussi compétent en matière militaire qu'en matière politique : « L'aug-

(1) Montesquieu.

» mentation progressive de la cavalerie est un signe de la » décadence des armées. » D'autres, arguant, au contraire, des nécessités même du nouveau rôle dévolu aux cavaliers, de cette incessante mission de vedettes, de courriers, d'éclaireurs, dont les charges ont pris un développement proportionné aux immenses contingents des armées modernes, réclament à la fois une réorganisation et une augmentation de la cavalerie. Ce sont les partisans convaincus de cette remarquable tactique, de reconnaissances, de pointes audacieuses, inaugurée dans la Sécession américaine et mise en pratique à nos dépens par les uhlans allemands.

Sans prétendre exercer, dans le débat, une influence, dont nous laissons la tâche aux hommes du métier, nous n'avons point hésité, on l'a vu, à nous prononcer pour la seconde opinion (v. au chap. I). Nous aussi, considérant la cavalerie, non plus comme le *bélier*, mais comme « l'*œil* » explorateur, et souvent comme le pourvoyeur de l'armée, nous nous sommes prononcé pour un accroissement raisonné de cette arme. Pensons-nous, toutefois, avec quelques écrivains contemporains (1), que cet accroissement doive aller jusqu'à doter chaque régiment d'infanterie de son escadron de cavalerie, soit par conséquent un régiment entier par division? C'est peut-être la vraie solution de l'avenir. Mais elle aurait, suivant nous, l'inconvénient de rompre trop brusquement avec les habitudes comme avec les ressources actuelles. Nous limiterons, pour ces motifs, le contingent de la cavalerie divisionnaire à un escadron *fort* (de 160 hommes) par brigade.

Quant aux services accessoires, parc divisionnaire, trains

(1) M. le colonel Lewal (de l'état-major), dans ses remarquables études, déjà citées, après s'être livré à un calcul fort consciencieux et très-logiquement mené, sur les nécessités courantes du service quotidien imposé aux cavaliers de régiment, de brigade, etc., croit devoir conclure à la rigoureuse nécessité d'*un escadron* par régiment : d'où un régiment entier de quatre escadrons par division. Il se prononce, en outre, pour les forts effectifs, assignant à l'escadron 135 hommes ; au régiment, 540 hommes. — (Voyez le *Journal des Sciences militaires*, 1873). — Voir la note *f*.

de vivres, ambulances, etc., nous ne considérons comme intimement liés à la brigade prise isolément, que ceux de ces services jugés absolument indispensables, tels que les ambulances (3 voitures par bataillon), le personnel et le matériel administratif, plus quelques voitures de vivres.

L'ensemble se dénombrera, dès-lors, de la manière suivante :

2 régiments d'infanterie (à 2,800 hommes, avec voitures régimentaires)	4 trains.
2 batteries d'artillerie	2 id.
1 escadron de cavalerie	1 id.
Etat-major, ambulances et vivres, services administratifs.....	2 id.
Total des trains....	9 trains.

Une brigade d'infanterie. — 8 à 9 trains.

Division d'infanterie. — La division se compose de deux brigades. Elle représente, de plus, au premier chef, l'unité *organique* de l'armée. Nous voulons dire, par là, avec la plupart des auteurs, que la division n'est point seulement une subdivision purement mécanique de la masse, imposée par les limites d'amplitude du commandement ou de l'administration. C'est une unité supérieure et complète, formée de toutes les unités élémentaires dont se compose l'armée elle-même. La division doit être, en un mot, une petite armée capable de se suffire à elle-même et de remplir toutes les missions de guerre dans la limite de son effectif. C'était le principe des fameuses subdivisions militaires de l'Antiquité, de la *phalange* grecque et surtout de la *légion* romaine. Emportée par le flot des invasions barbares, cette tradition, incompatible d'ailleurs avec les pratiques rudimentaires et brutales de la Féodalité, ne reparaît que bien timidement encore vers les XVIIe et XVIIIe siècles. C'est à notre grande épopée militaire de la Révolution qu'il fut réservé d'appliquer le principe dans toute sa portée féconde; c'est Carnot qui

introduisit définitivement la division comme unité tactique fondamentale et qui dota les armées de la République d'une institution, dont l'Europe entière s'est promptement hâtée de bénéficier.

Les circonstances n'ont cessé, depuis, de donner la justification de plus en plus éclatante de cette mesure. Toutes les fois qu'on a cru pouvoir y déroger, soit pour mettre à part la cavalerie ou l'artillerie, soit pour priver la division de quelque service important, les faits ont manqué rarement de mettre en évidence la faute commise et de rappeler aux principes.

Nous baserons donc la composition de notre division sur ces règles salutaires, c'est-à-dire que nous lui attribuerons, outre le bataillon de chasseurs traditionnel, une compagnie de pionniers du génie, une compagnie du train (pour le parc divisionnaire) et des détachements pour les services désormais indispensables, de la télégraphie et des chemins de fer. Ainsi constituée, la division nous donnera l'ensemble suivant :

	Effectifs moyens	Nombre de trains
2 brigades complètes (avec voitures régimentaires).	11,200 hommes	18 trains
4 batteries divisionnaires (nombre rond).....	650 id.	
2 escadrons de cavalerie..	320 id.	
Sections de télégraphe et de chemin de fer avec leur matériel.....	50 id.	1 id.
Etat-major.....	» id.	
Ambulances.....	100 id.	
1 compagnie de pontonniers (avec leurs voitures)	200 id.	
1 bataillon de chasseurs..	1,000 id.	1 id.
Train divisionnaire (avec 43 voitures).....	150 id.	1 id.
Totaux....	13,670 hommes	21 trains

Ainsi pour la division, munie de ses appendices nécessaires et dont l'effectif, en nombres ronds, oscillera entre 13 ou 14,000 hommes, il faudra *21* trains, ou *20* trains au minimum.

Une division d'infanterie. — 21 trains.

Brigade et division de cavalerie. — Nous observerons, tout d'abord à l'égard de ces deux unités tactiques, qu'il y aurait peut-être à compter avec certaines idées novatrices auxquelles le public militaire n'est point sans accorder quelque crédit. Bon nombre d'esprits judicieux, en effet, poussant jusqu'aux conséquences extrêmes des fonctions nouvelles imposées à la cavalerie, se déclarent résolument opposés, désormais, aux grandes agglomérations de troupes de cette arme; ces masses de cavaliers réunis en division et, *à fortiori*, en corps d'armée, avaient à peine leur raison d'être au temps de la tactique des chocs et des *charges-à-fond.* Elles ne seraient plus, aujourd'hui, suivant eux, que d'irrationnels et dangereux anachronismes. C'en est fait de ces gigantesques *chevauchées* qui faisaient trembler le sol sous leurs pas, mais dont le prestige comme la puissance n'ont cessé de rétrograder devant le développement des armes à feu, et que nous avons vu, sur la fin du premier empire, briller d'un dernier et inutile éclat (1). (*Voir* la note *f.*)

Ces considérations, et les arguments sur lesquels elles s'appuient, sont certainement destinées à provoquer, dans

(1) Nous pourrions ajouter, à ces souvenirs, les sanglants épisodes, de date plus récente, relatifs à l'emploi peu rationnel de nos héroïques cavaliers à Wœrth, à Rézonville, à Sedan. Mais ces tragiques et lamentables épopées ont eu, déjà, leur narrateur autorisé dans l'un des trop rares survivants de ces massacres. Nos camarades ont tous lu les émouvants récits de M. le colonel de cavalerie Bonie, dans son livre ***Campagne de 1870 : La Cavalerie française.*** Cette lecture montre comment les cavaliers français ont su se sacrifier et mourir. Qu'on sache, pour l'avenir, leur assigner un rôle plus logique et mieux étudié, et les uhlans allemands trouveront à qui parler.

l'organisation future de la cavalerie des armées modernes, de profondes et légitimes modifications. Mais, pour ne rien préjuger des solutions nouvelles, à peine entrevues ou ébauchées, et pour nous conformer aux conditions de l'état actuel, nous avons cru devoir, sous ces réserves, appliquer nos calculs aux hypothèses de la *brigade* et de la *division* de cavalerie. Pour l'une et pour l'autre, nous admettons, naturellement, les compositions encore en usage, sauf quelques variations d'effectifs.

Brigade de cavalerie.

2 régiments (à 4 escadrons de 160 hommes), de 1,300 à 1,400 hommes.....	6 trains
1 batterie à cheval (1).....	1 id.
Etat-major, train et services divers.....	1 id.
Total des trains....	8 trains

Une brigade de cavalerie. — 8 trains.

Division de cavalerie.

2 brigades.....	16 trains
Etat-major, services divers.....	1 id.
Total des trains....	17 trains

Une division de cavalerie. — 17 trains.

Corps d'armée (infanterie). — Les pratiques européennes, comme les opinions des auteurs, ont toujours été et restent encore fort partagées relativement à la composition et à l'organisation des corps d'armée. Les uns, préconisant la composition *ternaire* de trois divisions d'infanterie, les autres lui préfèrent, d'une manière absolue, la constitution *binaire* de deux divisions. Quant aux gouvernements, leurs institu-

(1) Nous admettons *une* batterie par brigade, conformément aux tendances actuelles. (Voir la *Revue d'artillerie* d'avril 1873.)

tions organiques militaires se ressentent trop visiblement de cette opposition de systèmes et de cette incertitude persistante, qui en est la conséquence.

Nous voyons, en effet, généralement, la solution de ce point essentiel de doctrine abandonnée au hasard des circonstances ou aux caprices d'un ministre. Les chiffres de deux, trois et jusqu'à quatre divisions sont alternativement pris, abandonnés, repris à des époques presque contemporaines ; ils figurent même parfois simultanément dans la même armée, de sorte qu'il est à peu près impossible de démêler, au milieu de ces continuelles variations, soit la réalité, soit l'apparence d'un système raisonné et préconçu.

Il est cependant une puissance, qui, plus soucieuse, ici comme ailleurs, d'une organisation logique et fructueuse de ses forces, paraît s'être imposé, depuis quelques années au moins, des règles précises pour la composition uniforme de ses corps d'armée. Nous avons nommé la Prusse. Pendant que nous persistons, en effet, à professer un culte obstiné pour cette mosaïque d'effectifs, dont les corps de l'armée impériale de 1870 offraient le spécimen accompli, les Allemands, chez lesquels l'harmonie impliquait certainement plus de difficultés, nous ont constamment montré leurs nombreux contingents sur le pied invariable de *deux divisions* d'infanterie par corps d'armée. C'est également ce principe binaire qui semble actuellement prévaloir, au moins dans l'opinion de tous ceux qui veulent, pour les unités tactiques inférieures, pour la compagnie, pour le bataillon, etc., des effectifs considérables. La raison de cette préférence est visible, car on s'assure aisément, à la seule inspection des chiffres, qu'avec des bataillons de *1,000*, des régiments de *3,000* hommes, le corps d'armée à trois divisions présenterait un effectif dépassant notablement la limite que les esprits les plus autorisés s'accordent à assigner à cette unité tactique. Cette limite, motivée par des considérations d'ordre stratégique que nous ne saurions analyser, oscillerait généralement entre *30,000* et *35,000* hommes. Les dénombrements comparés suffisent, dès-lors, pour montrer quel est celui des

deux systèmes (à *deux* ou à *trois* divisions), dont l'organisation s'adapte le plus naturellement à ces sages proportions.

	Corps d'armée à 2 divisions		Corps d'armée à 3 divisions
Divisions d'infanterie complètes.	27,600 hs	—	41,400 hs
Cavalerie (brigade ou division)..	1,400	—	2,200
Artillerie de corps.....	1,000	—	1,300
Parc de corps.....	550	—	700
Pontonniers.....	200	—	240
Services divers.....	500	—	700
Totaux....	31,250 hs	—	46,540 hs

Le chiffre de *46,000* hommes, donné par la composition ternaire, dépasse notablement la limite dont nous venons de parler, et que nous adoptons avec la plupart des hommes compétents. Cette limite serait également dépassée, même dans l'hypothèse des faibles effectifs de bataillons et de régiments (1). Cette hypothèse n'étant point la nôtre, la solution qui nous est imposée comme une nécessité logique, ne saurait être douteuse. C'est à la composition *binaire* que nous nous arrêterons. Cette donnée, dès-lors, nous conduit, au

(1) C'est avec raison, croyons-nous, que M. le colonel Lewal (Études déjà citées) attribue, pour la plus forte part, à la composition *ternaire* des corps d'armée et aux faibles effectifs *élémentaires* par lesquels on pense en compenser le principal inconvénient, la grande surabondance d'*accessoires* constatée dans l'armée française.

C'est ainsi qu'il trouve :

Dans l'armée du Rhin (1870), 2/5 d'accessoires (non combattants);
Dans l'armée prussienne (1870), 1/3 id. id.

A quoi l'auteur ajoute la remarque suivante : Si les forces prussiennes, *en bloc*, ou comme effectifs totaux, valaient les 3/2 des forces françaises, le rapport des forces réellement combattantes s'en trouve encore plus considérable en faveur des Allemands : $\frac{5}{3}$ au lieu de $\frac{3}{2}$, ou près du double.

point de vue du transport par voie ferrée, aux évaluations suivantes :

Etat-major et services administratifs	2	trains
2 divisions d'infanterie (27,600 hommes).....	42	id.
Artillerie de corps (6 batteries).....	6	id.
1 division de cavalerie (1)* (2,400 chevaux)...	16	id.
Parc de corps (2)*.....	5	id.
Equipage de pont et pontonnier (3)*.....	2	id.
Train (vivres, ambulances, télégraphes) (4)*..	4	id.
Total....	77	trains

Cette donnée de 77 trains nécessaires pour le transport d'un corps d'armée pourvu de tous ses services accessoires a besoin d'être complétée par quelques explications relatives aux éléments que nous avons marqué d'un astérisque.

(1)* Nous avons admis une division de cavalerie par corps, indépendamment des escadrons divisionnaires (un escadron par brigade). Il est bien entendu que ce chiffre, qui paraîtra peut-être trop conforme aux errements actuels, objet de nos précédentes critiques, n'implique absolument rien de déterminé sur l'emploi ou sur les fonctions destinées à cette cavalerie. Nous tenons, sans doute, pour fort probable que les guerres futures nous donneront rarement, si elles sont bien conduites, le spectacle de l'action en masse des cavaliers et de leurs charges impétueuses. Mais en dehors de cette observation, qui est presque un *truisme* en fait d'art militaire, nous bornerons nos prévisions à ce que nous avons déjà dit plus haut, savoir : à la nécessité d'un grand nombre de cavaliers dans les armées modernes, d'où notre chiffre de 2,400 chevaux pour la portion groupée du corps d'armée, ce qui, joint aux 4 escadrons divisionnaires, fait un total d'environ 3,000 chevaux, soit à peu près *un* cavalier par *10* hommes (v. chap. I). *(Voir* la note *f.)*

(2)* Nous rappelons, à propos du parc de corps, que chaque division est supposée déjà posséder son *parc divi-*

sionnaire. Il en résulte, d'une part, qu'avec les voitures régimentaires (une par bataillon), la première réserve des munitions d'infanterie s'élève déjà à une moyenne de 50 à 60 cartouches par homme, d'où, pour compléter au chiffre de 90 que nous avons stipulé dans le chap. I, il suffira d'avoir au parc du corps un caisson de cartouches par bataillon (ou par régiment de cavalerie), soit, de ce chef, une trentaine de voitures. D'autre part, les batteries divisionnaires ayant déjà dans ces mêmes parcs divisionnaires un caisson de première réserve par pièce, n'en posséderont qu'un deuxième dans le parc de corps. Les batteries seules de l'artillerie de corps ou de l'artillerie de réserve (suivant le nom qu'il conviendra de donner à cette artillerie), n'ayant pas d'autre réserve que le parc de corps, y auront, en moyenne, deux caissons par pièce. De là, avec les rechanges, les forges, les chariots, la composition approximative suivante :

	30	caissons d'infanterie (cartouches).
	100	id. d'artillerie.
	15	voitures de rechanges, forges, etc.
Total...	145 [1]	voitures.

C'est-à-dire, si l'on se reporte aux évaluations précédentes, qui assignent la limite de *30* voitures de parc (avec

(1) Rappelons que nous avons, dans le chapitre Ier, évalué le nombre total des voitures nécessaires pour transporter les réserves de munition d'un corps d'armée, aux chiffres moyens de *250* à *260*. C'est également le chiffre que nous donnerait le total des voitures ***régimentaires***, des voitures de ***parcs divisionnaires***, des voitures du ***parc de corps***. En effet :

Voitures régimentaires :	
Une par bataillon ou régiment de cavalerie.....	30
Voitures de parcs divisionnaires :	
Une par bataillon.....	30
Une par pièce d'artillerie.....	50
Voitures du parc de corps.....	145
TOTAL.....	255

hommes et chevaux) par train, le chargement de 5 *trains* environ.

(3)* L'effectif de la compagnie de pontonniers et la composition de l'équipage sont des éléments absolument subordonnés aux circonstances, et pour lesquels il est particulièrement difficile de formuler des évaluations générales. On sent bien qu'il sert de peu d'indiquer en bloc : une *compagnie*, un *équipage de pont*, et que cette rubrique vague ne dit rien, tant qu'on passe sous silence les données essentielles, savoir : la nature des obstacles à franchir, la largeur des cours d'eau qu'on suppose devoir rencontrer.... Mais ces données sont d'un caractère essentiellement éventuel, et nous sommes contraint de nous assigner une hypothèse qui permette une évaluation moyenne. Nous avons pris pour limite une largeur de 200 mètres, et nous avons pensé qu'avec un équipage comprenant : 40 voitures, 180 chevaux, et pesant environ 230 tonnes, tous les besoins seraient prévus (1). C'est le chargement de deux trains faibles. On remarquera d'ailleurs

(1) Les éléments d'un équipage de pont ainsi composé se dénombrent de la manière suivante :

40 voitures.....	100 tonnes.
180 chevaux.....	100 —
1 compagnie de 250 hommes.....	22 —
Services divers.....	8 —
TOTAL.....	230 tonnes.

La composition de cet équipage s'écarte peu, d'ailleurs, de celle des équipages actuellement réglementaires en France.

Il n'est pas sans intérêt de citer les compositions d'équipages qui viennent d'être récemment adoptées dans l'armée italienne :

Pont de 150 mètres :

240 hommes ;
140 chevaux ;
30 voitures.

Pont de 200 mètres :

Environ la moitié en plus.

(Voir la *Revue militaire de l'Étranger*, numéro de mars 1873.)

que notre hypothèse, ainsi posée sous *conditions*, concerne un élément du corps d'armée, dont les variations ne pourraient jamais influer d'une manière notable sur l'ensemble.

(4)* Nous comprenons sous la dénomination générique de *trains* les divers services qui doivent désormais faire partie intégrante d'un corps d'armée. Il suffit de les énumérer : *ambulances*, *vivres*, *habillement et campement*, *télégraphes*, *compagnies de chemin de fer*. Sans entrer dans les détails d'organisation, qui ne seraient point ici à leur place, nous pensons qu'on ne trouvera point exagéré le chiffre de 4 trains affecté à ces appendices indispensables de la portion combattante.

Le nombre de trains auquel nous sommes arrivé pour le corps d'armée complet, s'est trouvé progressivement et, en quelque sorte, naturellement déterminé par le travail d'évaluations successives auquel nous avons d'abord procédé pour les unités élémentaires et constitutives du corps ; il suffisait d'embrasser, dans la moyenne finale, la partie des organes spéciaux exclusivement propres au corps d'armée, et sur laquelle nous avons jugé utile de fournir les renseignements qui précèdent. Il convient d'ajouter, relativement au chiffre total de 77 trains, une dernière et importante observation.

Ce chiffre, en effet, comme tous ceux qui l'ont préparé, est basé, nous le rappelons, sur notre hypothèse initiale : locomotive de 30 tonnes de poids adhérent, susceptible de remorquer, dans la *région de plaine*, un poids total de 320 tonnes, soit un poids utile de 190 tonnes. Il est clair qu'avec d'autres types de locomotives, l'ensemble des résultats précédents devrait subir des modifications calculées en raison de la nouvelle puissance tractive. C'est ainsi qu'avec les deux autres types principaux envisagés (20 tonnes ou 40 tonnes de poids adhérent), il serait nécessaire de multiplier tous nos chiffres de trains par des coefficients inversement proportionnels aux nouvelles forces motrices, soit : 3/2 dans le premier cas, et 3/4 dans le second. C'est-à-dire que les

nombres respectifs de trains nécessaires pour le transport d'un corps d'armée dans les trois hypothèses (machines de 20, 30, 40 tonnes de poids adhérent), pivoteraient autour des trois moyennes 115, 77, 57.

Il est possible, au surplus, de tirer de ces trois moyennes, un résultat unique dont on fasse la donnée pratique usuelle de la question. Il suffit de rapprocher les trois nombres précédents de ceux par lesquels nous avons vu, plus haut, que s'expriment, approximativement, les proportions respectives des trois types de machines existant dans le matériel français. Nous rappellerons ces proportions en nombres ronds :

Locomotive de	20	tonnes d'adhérence	.....	25 °/₀
Id.	30	id.	.....	50
Id.	40	id.	.....	25
				100 °/₀

Si nous multiplions, dès-lors, par un procédé de *compensation* familier à ce genre d'investigations, chaque nombre du 1er groupe par le correspondant du 2e, et si nous prenons la moyenne définitive des trois produits obtenus (1425, 3850, 2875), le résultat *81 trains 50* exprimera d'une manière aussi générale et aussi exacte que possible le nombre de trains qu'exigera *couramment* le transport d'un corps d'armée *complet*, dans l'état actuel du matériel français. C'est donc la moyenne de 80 trains que nous admettrons, désormais, comme donnée logistique fondamentale. Nous spécifions avec soin qu'il s'agit du corps complet, du corps pourvu de tous ses appendices organiques. Il est visible, en effet, que pour les cas particuliers, où le corps d'armée serait réduit à ses *éléments de combat* proprement dits et se trouverait, en quelque sorte, allégé de son parc, de ses équipages, de ses services accessoires, les exigences de la locomotion se modifieraient et comporteraient des réductions appropriées aux circonstances.

C'est ainsi qu'on s'assurera, plus bas, qu'il suffirait, en

moyenne, d'une soixantaine de trains pour le transport des éléments de combat (1).

Un corps d'armée. — 80 trains.

(1) Nous ne croyons point inutile de placer sous les yeux du lecteur le tableau du nombre de trains jugé nécessaire en Prusse pour le transport des différents éléments du ***corps d'armée allemand***, tel qu'on peut l'extraire des documents officiels publiés jusqu'à ce jour (mai 1873) :

Etat-major	3	trains.
Infanterie (huit régiments)	25	—
Artillerie	16	—
Cavalerie	18	—
Pionniers	1	—
Pontonniers	1	—
Ambulances	3	—
Colonnes de munition et divers	16	—
TOTAL	83	trains.

Ce nombre s'écarte peu du nôtre, et confirmerait au besoin nos déductions.

§ 4.

PARALLÈLE ENTRE LES ROUTES

ET LES VOIES FERRÉES.

Nous sommes actuellement en mesure de poser les bases d'un parallèle raisonné entre les routes et les voies ferrées considérées comme voies de circulation militaire. Les données relatives aux routes sont connues : dispositions générales ; vitesse de marche ; longueur de l'étape journalière. Toutes ces questions, compendieusement élaborées et discutées depuis que les hommes s'attaquent et s'entredétruisent avec quelque méthode, font partout l'objet de réglementations plus ou moins explicites. C'est une matière largement explorée, où chacun peut, d'ailleurs, efficacement s'aider de son expérience personnelle. Le problème était plus spécial, plus technique et surtout plus nouveau, pour les voies ferrées. Nous croyons en avoir discuté les principaux éléments de solution : la composition et le chargement des trains, la vitesse de marche, la succession ou le nombre de trains par 24 heures ; tous ces divers aspects de la question ont été successivement envisagés, et ont donné lieu à un ensemble de résultats dont, assurément, aucun ne répondrait avec une rigueur mathématique à tel ou tel cas déterminé ; mais

qui remplissent tous, les conditions requises pour des moyennes générales. Il est cependant un point secondaire laissé jusqu'ici de côté, et qu'il convient d'examiner en quelques mots, avant d'aborder le parallèle dont il s'agit. Nous voulons parler du temps nécessaire, soit à l'embarquement, soit au débarquement des troupes et du matériel. C'est un élément, dont l'importance diminue rapidement, il est vrai, à mesure qu'augmente le nombre de trains consécutifs expédiés en une même série, mais qui n'impose pas moins son appoint au commencement et à la fin de chaque opération. Il est à peine nécessaire d'ajouter que les pertes de temps, auxquelles nous faisons allusion, sont loin d'être exclusivement représentées par l'acte unique de l'entrée en wagon ou de la descente de wagon. Qu'il s'agisse de troupes ou de matériel, on sent bien que l'entrée en gare, les rassemblements, les *parquements*, en un mot, tous les mouvements préparatoires d'arrivée ou d'évacuation, impliquent autant de mesures concomitantes et indispensables, dont l'exécution absorbe également sa part de délais, quelquefois de retards presque forcés.

Nous allons essayer d'évaluer sommairement pour chaque espèce de groupe le temps de formation d'un train, ou du moins le chiffre qui nous paraîtra s'adapter au plus grand nombre de cas possibles. Nous nous trouvons, ici plus que jamais, en face d'une question de pratique et d'expérience. La solution y est essentiellement subordonnée à un ensemble d'éléments, non-seulement fort complexes, mais encore variables dans des proportions presque illimitées, suivant les lignes, suivant les gares, et surtout, suivant le zèle et l'intelligence du personnel employé. Il suffit de nommer tout ce qui figure à un titre quelconque dans la conduite d'une opération du genre dont il s'agit : des avenues permettant l'accès des gares et leur évacuation par un mouvement de va-et-vient régulier. Un aménagement intérieur offrant les esplanades, les quais, les plates-formes nécessaires aux rassemblements comme aux embarquements. Un outillage, enfin, et un matériel suffisants. Puis, et par-dessus tout, un

personnel, dont la tâche soit convenablement allégée par une sage adjonction de l'élément militaire, et dont les fonctions soient nettement déterminées pour la circonstance par une réglementation explicite. Il est clair que dans l'état actuel, nos lignes les mieux organisées sont loin de répondre à ces divers *postulatums* d'une manière satisfaisante. Elles datent d'une époque où les plus hardis ne prévoyaient guère l'évolution prodigieuse, qui vient de s'accomplir dans les choses de la guerre et qui range, désormais, les chemins de fer au nombre des grandes forces militaires d'un pays. Non pas qu'à cet égard nous méconnaissions l'influence naturelle, si heureusement exercée, sur nos grands réseaux ferrés, sur leur assiette stratégique, tant par la configuration de notre territoire que par l'économie du système politico-industriel propre à la France. La direction *rayonnante* de nos principales lignes, à laquelle des considérations d'ordre purement militaire n'ont cependant apporté, il y a trente ans, qu'un appoint secondaire, constitue aujourd'hui un avantage assurément précieux que nos ennemis nous envient et que nous saurons utiliser. Mais ce qui est également incontestable, c'est qu'à l'heure présente, l'organisation des détails, l'appropriation technique des lignes au service spécial des transports militaires, nous font encore à peu près absolument défaut. De là ce déploiement considérable d'efforts, ce zèle patriotique, prodigués, on peut le dire, par tous les agents des compagnies, pour n'aboutir qu'à d'insuffisants résultats, ou pour se briser, parfois, contre d'insurmontables difficultés.

Cet état de choses, qui va, nous l'espérons, bientôt disparaître devant les prochaines réformes dont nos malheurs nous font une nécessité, n'en exerce pas moins sur nos recherches son irrésistible influence. Placé entre les lacunes de la veille et les incertitudes du lendemain, nous devons avoir, pour l'établissement de nos moyennes, un égal souci des progrès présumables et des pratiques actuelles; nous devons spéculer à la fois et sur le *fait acquis* et sur le *fait probable*, et partager, en un mot, notre confiance entre le présent et l'avenir. C'est dans cet ordre d'idées, que nous

procéderons pour les délais de formation des trains, comme pour les autres évaluations présentées dans le cours de cette étude. Nous nous aiderons des expériences antérieures, sauf à leur appliquer les modifications ou amendements qui nous paraîtront en rapport avec le travail de réorganisation, dont l'hypothèse sera, tôt ou tard, une réalité.

L'ensemble des documents recueillis sur les grands mouvements de troupes exécutés par chemins de fer dans les deux circonstances les plus mémorables, où la France a fait usage, sur une vaste échelle, du nouveau moyen de locomotion, c'est-à-dire pour la guerre d'Italie (1859) et pour la guerre de 1870-71 ; cet immense dossier, dont l'étude sera, pour longtemps encore, notre guide le moins récusable, nous amène aux conclusions suivantes (consulter la note *g* pour tout ce qui va suivre) :

Temps nécessaire pour la formation d'un train (embarquement).

Train d'infanterie.....			45	minutes environ
Train d'artillerie ou de voitures attelées	1 heure		15	id.
Train de cavalerie.....	1	id.	45	id.

Les débarquements s'exécutent un peu plus rapidement que les embarquements. Nous évaluerons cette différence, constamment observée, à une moyenne d'un quart-d'heure pour toutes espèces de trains. Vient en troisième lieu le temps nécessaire à l'exécution des mouvements divers, tels que l'arrivée en gare, l'évacuation et la reconstitution des éléments combattants, parmi lesquels le voyage manque rarement d'apporter une certaine dislocation. La rapidité ou la lenteur de ces opérations sont nécessairement subordonnées à de nombreuses influences, dont les principales sont, la position des gares, la longueur des trajets, etc. Les chiffres

que nous inscrirons de ce chef auront donc, au plus haut degré, le caractère relatif de repères *mnémoniques*.

La somme des délais de diverses natures que nous venons d'énumérer, nous donne le résultat définitif pour chaque espèce de train.

Temps de formation d'un train (exécution complète).

Train d'infanterie	embarquem^t et débarquem^t	$1^h 20^m$	$2^h 20^m$
	mouvements.....	1^h	
Train d'artillerie	embarquem^t et débarquem^t	$2^h 10^m$	3^h
	mouvements.....	$0^h 45^m$	
Train de cavalerie	embarquem^t et débarquem^t	$3^h 00^m$	$3^h 30^m$
	mouvements.....	$0^h 30^m$	

Du cas des trains isolés et envisagés par espèces, au cas d'un ensemble de trains mélangés, comme ceux d'une brigade, d'une division ou d'un corps d'armée, le même procédé d'analyse empirique est applicable sans difficultés nouvelles. Il suffit de tenir compte de la nature complexe des trains et de faire usage, pour l'établissement de chaque moyenne, d'un procédé de *compensations* approprié à la composition des convois relatifs à chaque genre d'unité tactique. Nous passons outre sur ces détails élémentaires de calcul, et nous donnons ici les résultats obtenus :

Temps de formation (complète) pour les séries de trains des unités tactiques complexes.

Train de brigade d'infanterie	$2^h 40^m$
Train de brigade de cavalerie.....	$3^h 20^m$
Train de division d'infanterie.....	$2^h 40^m$
Train de division de cavalerie	$3^h 30^m$
Train de corps d'armée.....	$2^h 50^m$

Il est à peine nécessaire d'ajouter que, pour toute série de trains consécutifs, le temps de formation ne s'ajoute qu'une seule fois à la somme des durées de trajet et des intervalles de trains.

Il ne doit, en d'autres termes, figurer dans le chiffre total que les délais correspondants à l'organisation du *premier* convoi, d'une part, à l'évacuation du *dernier* convoi, d'autre part.

L'acquisition des données précédentes forme le dernier appoint des renseignements qui nous étaient nécessaires pour procéder au parallèle, objet de ce paragraphe, savoir : à l'étude comparée des *propriétés logistiques* des routes et des voies ferrées.

Nous avions suivi, dans ce qui précède, pour l'examen des différentes unités tactiques, l'ordre des groupes naturels formant les deux catégories conventionnelles, mais habituellement admises, des *unités tactiques élémentaires* et des *unités supérieures*. Cette ligne de démarcation est, en quelque sorte, imposée par la constitution même de l'armée. Mais les conditions spéciales du problème actuel nous déterminent à adopter momentanément une classification différente, ou plutôt à déplacer quelque peu la ligne de démarcation. Nous allons, pour ce qui va suivre, distinguer les groupes tactiques, non plus par la nature de leur organisme simple ou complexe, mais en partant exclusivement du point de vue de la locomotion ou du nombre de trains reconnus nécessaires à chaque groupe.

Une première série comprendra toutes les unités tactiques qui, d'après le nombre des trains qu'elles exigent, peuvent s'expédier en moins d'un jour. La deuxième série sera réservée aux grandes unités, dont l'expédition demande un travail de plusieurs jours. Si l'on se reporte, d'une part, aux chiffres arrêtés plus haut, d'autre part, à l'hypothèse de *20* trains par jour, admise comme la tâche moyenne des lignes à deux voies, les deux séries s'établissent de la manière suivante :

		Nombre de trains		Temps de formation d'un train
1re série. — Unités exigeant moins d'un jour pour l'expédition	Régiment d'infanterie..	2	—	2h20m
	Batterie lourde.....	1	—	3h00m
	Escadron de cavalerie..	1	—	3h30m
	Brigade d'infanterie..	9	—	2h40m
	Brigade de cavalerie..	8	—	3h30m
	Division de cavalerie...	17	—	3h30m
Terme intermédre. —	Division d'infanterie.	21	—	2h40m
2e série. — Unité exigeant plus d'un jour pour l'expédition	Corps d'armée.....	80	—	2h50m

La raison de ce groupement est évidente. On s'assure déjà, par une observation d'ensemble, et sans qu'il soit nécessaire d'attendre l'examen détaillé, que, pour les unités de la première série, l'étape simple sera toujours la limite au-delà de laquelle le chemin de fer possédera sur la route une supériorité incontestable. Pour les autres unités, la route conservera au contraire un avantage non moins avéré en-deçà d'un certain nombre d'étapes, c'est-à-dire, tant que la marche par terre exigera moins de jours que la formation même des trains (1). Ce sont là des propositions fondamentales dont notre analyse va traduire l'expression pour chaque cas, en formules plus précises, mais qui s'imposent tout d'abord et qui se trouvaient, en quelque sorte, implicitement renfermées dans cette considération déjà présentée plus haut. C'est qu'en matière de transports par voie ferrée, surtout quand il s'agit d'une opération de longue haleine, le travail d'organisation et d'expédition des trains constitue généralement la partie prépondérante de la tâche. Une fois le service

(1) Nous raisonnons, bien entendu, dans l'hypothèse implicite d'une ligne à deux voies, rejetant à la fin du paragraphe les réserves qu'il conviendra de faire pour le cas d'une ligne à une voie. (Voir le tableau III.)

longement des colonnes, par une diminution progressive de la vitesse moyenne.

Profondeur de la colonne. — Cet élément dépend essentiellement de l'*ordre de marche*, qui, lui-même, indépendamment des variations accidentelles, se trouve soumis à autant de règles différentes qu'il se présente de conditions différentes pour les marches militaires. Marches de mobilisation, de concentrations ou de manœuvres proprement dites. Mouvements en présence ou loin de l'ennemi.... Ces divers cas spécifiques, dont nous ne citons que les plus saillants, exigent chacun une méthode et des dispositions particulières. Tantôt l'infanterie marchera en colonne serrée, par *sections* ou par *divisions;* tantôt ses masses se dérouleront en un long *serpent* de deux ou quatre files. De même pour la cavalerie, de même pour l'artillerie qui peut avoir une ou deux et parfois trois voitures de front. L'examen et la solution de ces différentes hypothèses appartiennent, au surplus, à l'étude d'une question éminemment *technique*, celle du *mécanisme des marches*. C'est aux états-majors des armées qu'il incombe, dans chaque cas, d'assigner non pas des règles fixes, mais les procédés, les *formations* les mieux appropriées aux voies dont on dispose et aux circonstances. Le plus sûr est, en conséquence, de nous en rapporter aux chiffres généralement admis par les auteurs militaires, dont le travail d'évaluation a certainement disposé, par les guerres nombreuses de notre époque, d'une surabondance de documents peu commune. Faisant, en outre, l'hypothèse d'ordres de marche *moyens* également éloignés de la rigoureuse compacité nécessaire en présence de l'ennemi, et du relâchement presque inévitable dans les étapes de paix, nous admettrons les données suivantes (1) :

Régiment d'infanterie avec ses voitures. — (Marche par 4). Profondeur, *750 à 800*^{m}.

(1) Il faut se reporter au § 3, où se trouve sommairement exposée la composition de chaque unité tactique, pour pouvoir contrôler les chiffres

REM. — Notre *A.-M.* admet *60*m pour le bataillon, chiffre évidemment trop exigu et qui se rapporte à l'hypothèse d'un *ordre de marche* par subdivisions de huit ou dix files, hypothèse qui n'est point la nôtre. Les Prussiens *140*m. Ce dernier chiffre nous paraît encore trop faible pour les bataillons forts (900 hommes). Nous prenons 200m au minimum. D'où, avec les voitures et le reste, le total d'environ 800m indiqué pour le régiment. Le colonel Lewal suppute 1,400m pour tout le régiment (batterie et escadron régimentaire compris). On peut s'assurer que nos chiffres ne sont point notablement différents du sien.

Batterie avec 16 ou 18 voitures. — Profondeur, *180*m.

REM. — Nous admettons la colonne par *sections*, ou sur 2 voitures de front. Il serait peut-être plus prudent de ne spéculer que sur une voiture de front. Mais nous pensons qu'avec une surveillance active, les inconvénients de la colonne par section seront largement compensés par le racourcissement du convoi. Les Prussiens comptent *200*m.

Escadron avec ses voitures. — Profondeur, *120*m.

REM. — Les Prussiens admettent le même chiffre. Qu'on n'oublie pas que nous parlons de l'escadron de 160 hommes (1).

Vitesse sur voie ferrée. — Nous avons expliqué plus

auxquels nous nous arrêtons ici. Il est évident que tout en faisant une part raisonnable à l'allongement inévitable des colonnes, aux *queues* de traînards, aux accidents, etc..., nous n'avons pu admettre, avec certains auteurs, que la profondeur normale dût être augmentée de ce fait dans la proportion des *deux tiers*. Nous avons pris pour règle, répétons-le, d'éviter les hypothèses forcées dans les deux sens.

(1) Pour ne point prolonger cette exposition, nous ajouterons qu'on trouverait facilement les profondeurs de colonne des autres unités :

Brigade d'infanterie.....	2,200 mètres.
Brigade de cavalerie.....	1,300 —
Division de cavalerie.....	3,000 —

haut (§ 1 et § 2), entre quelles limites pratiques peut osciller la vitesse des trains militaires. 20 et 60 kilom. paraissent en être les termes extrêmes dans la région de plaine. C'est pourquoi nous avons admis la moyenne constante de *40*^{k} *par heure.*

Ligne à deux voies. — Intervalle de deux trains consécutifs.

—

Il découle naturellement du régime de circulation dont la discussion a été présentée dans le paragraphe 2. Dès-lors que nous avons posé le *postulatum* de *20* trains par jour (pour la ligne à 2 voies), la disposition la plus rationnelle sera une succession de trains d'heure en heure, avec un repos médian de quatre heures. Donc l'intervalle *i* sera d'*une heure;* quant au temps de formation *t*, nous avons dit précédemment tout ce qui avait rapport à cet élément.

L'équation (D) résolue avec ces données, donne, pour chacune des unités de la première série, les résultats suivants :

(HYPOTHÈSE D'UNE SEULE ROUTE COMPARÉE A UNE LIGNE A DEUX VOIES.)

TABLEAU V.

UNITÉS.	DISTANCES à partir desquelles la voie ferrée est préférable.	
Régiment d'infanterie	18 kilom.	ou 1/2 étape.
Batterie lourde	21 —	1/2 —
Escadron de cavalerie	29 —	2/3 —
Brigade d'infanterie complète	45 —	1 —
Brigade de cavalerie complète (avec batterie).	70 —	1 —
Division de cavalerie complète (deux batteries)	100 —	1 —

REM. — Tous les chiffres sont, on le voit, inférieurs ou à peu près égaux à l'étape, sauf les deux derniers qui sembleraient attribuer la supériorité à la route jusqu'à deux et même trois étapes. Mais cette indication n'est qu'apparente. Dès qu'il s'agit de plus d'une étape, la marche sur route n'étant pas continue, mais interrompue par le repos de la nuit, l'avantage reste à la voie ferrée, qui termine ses expéditions en *un jour*.

D'où il ressort, ainsi que nous l'avons annoncé, l'incontestable évidence que l'*étape*, ou peu s'en faut, constitue la limite en-deçà de laquelle l'usage du chemin de fer, pour les unités tactiques de la 1re série, serait une mesure irrationnelle et ne causerait qu'embarras ou déceptions. Ajoutons que les résultats du tableau V ont un caractère mathématique et abstrait, dont l'interprétation pratique implique nécessairement certains correctifs. Le raisonnement et les chiffres ne peuvent, en effet, s'appliquer exactement à l'ensemble, toujours essentiellement indéterminé, des conditions complexes de temps, de lieux, de ressources, au milieu desquelles doivent se dérouler des opérations de guerre. Tantôt un engorgement des lignes ferrées disponibles ou un défoncement accidentel des routes, viendront *forcer* le choix, en dépit de toute argumentation théorique. Tantôt la nature et le tempérament des troupes à mouvoir exerceront, sur les décisions à prendre, une influence prépondérante. S'il peut être indifférent, même en présence de l'ennemi, de transporter en chemin de fer de vieux soldats déjà rompus aux fatigues, formés aux manœuvres, et bien encadrés, on ne doit point se dissimuler qu'une semblable mesure serait presque infailliblement fatale à de jeunes recrues, ramassées à la hâte dans les dépôts d'instruction, et jetées brusquement sur le champ de bataille au sortir de wagon.

L'urgence d'une situation donnée viendra parfois, également, dicter la règle à suivre. S'il s'agit, par exemple, de conduire rapidement un renfort à quelque poste menacé, ou bien encore, dans le siége d'une grande place, de faire circuler des troupes d'un point à un autre de la défense ou de l'attaque, on comprend que la rapidité d'exécution devienne ici l'affaire capitale ; qu'on ne traitera de telles opérations qu'avec des unités tactiques réduites à leur portion combattante, et qu'en présence de lignes ferrées ou de tramways disponibles, l'hésitation ne serait point permise.

On imagine, enfin, sans qu'il soit nécessaire d'insister, les réserves nombreuses et diversement motivées qu'il importe de faire à l'égard des chiffres du tableau V, ou plutôt des

conclusions auxquelles ces chiffres conduiraient. Ce qu'on peut affirmer d'une manière générale et sous le bénéfice de ces réserves, c'est que l'emploi du chemin de fer, pour les unités tactiques de la 1re série (jusqu'à la division d'infanterie exclusivement), sera toujours préférable, tant qu'il s'agira de grands mouvements de mobilisation, de concentration ou de manœuvres stratégiques ; mais que, sur le terrain de la tactique et pour des marches de *un* ou *deux* jours, les routes restent les voies naturelles et logiques, sauf de rares exceptions.

Il nous reste à envisager le cas des unités tactiques que nous avons classées dans la 2e série, savoir : la division d'infanterie et le corps d'armée. On sent bien qu'à propos de ces ensembles considérables, il serait inopportun et, en quelque sorte, puéril de chercher le fondement de nos appréciations dans l'application rigoureuse de la formule (D). La résolution de cette équation a pu nous offrir un intérêt véritable pour des évaluations de quelques kilomètres. Dès qu'il s'agit de distances atteignant plusieurs étapes, le procédé ne serait plus qu'une vaine curiosité d'arithmétique. C'est exclusivement le nombre des trains absorbés par chaque groupe et, par suite, le nombre de jours nécessaires à la formation et à l'expédition de ces trains, qui nous serviront de *critérium* ou de base de comparaison. Le corps d'armée demande *80* trains pour être transporté par voie ferrée, c'est-à-dire *quatre jours* de travail expéditeur. C'est donc, dans l'hypothèse d'une seule route et d'une seule voie ferrée mises en parallèle (1), le chiffre de quatre étapes qui constituera la limite à partir de laquelle le transport par voie ferrée

(1) L'hypothèse d'une seule route par corps d'armée est celle qui nous paraît la plus conforme aux pratiques suivies ou recommandées par les stratégistes modernes. Cet ordre de marche est, sans contredit, le plus favorable à la surveillance et à la transmission des ordres, aux manœuvres rapides, en un mot, à l'action du chef sur son corps. C'est celui que les Prussiens ont constamment observé dans la dernière guerre, sauf les cas de *force majeure*.

est préférable. Dans les circonstances particulières où il ne s'agira que de la portion de combat proprement dite, c'est-à-dire du corps débarrassé de son parc et de ses équipages, cette élimination le réduisant aux 4/5 de l'état complet (1), le nombre des trains nécessaires au transport subira une réduction proportionnelle et se trouvera ramené à 60 ou 65. Ces nouveaux chiffres représentent une expédition de 3 jours. D'où il ressort que, pour ce cas, dont la guerre de campagne n'est pas sans offrir de nombreuses applications, la limite de démarcation se trouvera vers la *troisième étape.*

Quel que soit, au surplus, le degré de précision relative attribuable à ces chiffres de trois ou quatre étapes, assignés comme limite inférieure de l'emploi vraiment avantageux de la voie ferrée; quels que soient les changements qu'y pourrait sans doute apporter le cours varié des événements ou une analyse moins synthétique et plus complète du sujet, nous n'en jugeons pas moins digne du plus haut intérêt la prise en considération de ces remarquables résultats, comme de tous ceux qui se rattachent à cette grave et difficile question des transports militaires. *Trois ou quatre jours* au moins pour effectuer, non pas l'expédition intégrale (qui dépend, bien entendu, de la distance à parcourir), mais le simple *embarquement* d'un corps d'armée. Tels sont les chiffres que ne sauraient trop méditer les hommes de guerre, et qui doivent désormais remplacer, dans leurs calculs, ces notions vagues ou fantaisistes, jusqu'alors trop accréditées, sur les prodiges de la vapeur et du rail, sur la merveilleuse rapidité de la locomotive, etc.... (2)

(1) On voit, en se reportant à la composition de notre corps d'armée, que les parcs et les services divers absorbent environ *15* trains sur 77, soit près de 1/5 du chiffre total à retrancher, pour ce que nous appelons le *corps de combat*, dégagé de ses services auxiliaires.

(2) Nos remarques et notre insistance paraîtraient, peut-être, inopportunes, si les Français, entre tous, n'avaient point eu précisément à souffrir maintes fois, dans la dernière guerre, de cette insouciance ou de cette incompétence des Etats-Majors en matière de chemins de fer. Les preuves de

Il importe, en outre, de rappeler, à l'égard des étapes dont il s'agit dans les conclusions précédentes, que ce sont des marches de corps d'armée et non des marches comparables à celles d'un régiment ou d'une brigade isolée. S'il est permis de compter, en effet, avec des groupes de quelques milliers d'hommes, sur une vitesse de marche de 4 à 5 kilom. à l'heure facilement réalisable, sur des étapes journalières de 35 à 40 kilom., plutôt comme moyennes que comme maximums; ces résultats sont, on le sait, de beaucoup supérieurs à ceux que l'on peut obtenir avec des masses nombreuses, couvrant une route sur une étendue de plusieurs kilomètres. Avons-nous besoin d'insister sur les causes d'une différence constatée dans les marches d'armées de tous les temps et de tous les pays? L'allongement des colonnes; la lenteur de transmission des ordres; les accidents de la route; la multiplication des traînards, des éclopés, etc. Tous ces impédimentums suivent, en dépit de la meilleure volonté des cadres, de la surveillance la plus active, une progression beaucoup plus rapide que celle des effectifs. Si l'on s'assure, dès-lors, que dans les conditions les plus *normales*, les longueurs de colonne n'atteignent pas moins de *5 à 6* kilom. pour la division d'infanterie, de *16 à 17* kilom. pour le corps d'armée, on comprendra comment il arrive que les vitesses de marche propres à ces deux unités tactiques dépassent rarement 3 kilom. 1/2 et 3 kilom. (1).

Les limites de trois et quatre jours, indiquées plus haut pour le corps d'armée, se traduiraient donc par les chiffres

notre assertion abondent malheureusement. Citerons-nous, comme véritable type du genre, cet ordre singulier, qui prescrivait « *de transporter le 15e* « *corps, soit 35.000 hommes et 18 batteries, de Vierzon à Clerval en* « *36 heures.* » — *Un jour et demi* pour le trajet entier, quand le seul embarquement exigeait trois ou quatre jours! — Que devait-il advenir des combinaisons militaires basées sur de telles dispositions?

(1) Les documents contemporains abondent en effet, pour nous montrer que l'étape militaire pratique, pour les troupes en corps d'armée en masse, ou en divisions, oscille, dans les circonstonces les plus favorables, entre les

de *75* à *80* kilom. dans le cas du *corps de combat*, et de *100* kilom. environ dans celui du corps complet.

Nos conclusions ne sauraient avoir, en ce qui concerne la division d'infanterie, le même caractère de généralité et de précision. On vient de voir, en effet, que cette unité exige pour son transport une moyenne de 21 trains. C'est un peu plus que le chiffre dont nous avons fait la moyenne journalière, pour les lignes à 2 voies, sur lesquelles nous tablons actuellement. La différence, toutefois, pourrait être considérée comme insignifiante (un train), et l'hypothèse attribuant un seul jour à l'*expédition* d'une division complète, ne

chiffres de *20* à *25* kilom. C'est, en général, la moyenne des armées allemandes, avant comme après leurs premiers succès. — Exemples :

— Concentration de leurs premières masses, de Mayence à Bingen, vers la frontière française, effectuée en trois ou quatre jours (fin juillet au 3 août), soit au total 70 à 80 kilom., ou *23* à *26* kilom. par jour.

— Marche de Frédéric-Charles vers la Loire, après la capitulation de Metz, 110 kilom. en quatre jours, soit *27* kilom. par jour.

— Id. pour la marche après Sedan, etc.....

Citons, en outre, comme exemples de lenteur vraiment exceptionnelle, deux marches fameuses des armées françaises :

— Lors de la campagne d'Italie (1859), marche de l'armée française de Magenta à Solférino : *8* kilom. par jour.

— Dans la guerre de 1870-71, l'armée du Rhin, dans sa marche de Borny à Rézonville, franchit *20* à *25* kilom. en deux jours ; il est vrai qu'elle avait eu à soutenir un combat d'arrière-garde le 14 août ; qu'elle eut en outre à traverser la Moselle, et, ce qui était infiniment plus grave, la place de Metz, qui fut pour elle un véritable défilé.

Quant à nos chiffres de *longueur de colonnes*, nous sommes d'accord avec la plupart des auteurs ou des faits contemporains :

On attribue à un corps français (de deux divisions) une profondeur moyenne de *16* à *18* kilom., non compris les bagages (Lewal, Barattier, Simonneau, etc.)... Nous ne prendrons point toutefois pour type l'exemple de l'armée du Rhin, qui, suivant le général Pourcet, n'aurait pas occupé une longueur de moins de *50* lieues sur une seule route, soit *40* kilom. environ par corps. *(Réquisitoire du procès Bazaine)*

Les Prussiens comptent *18* à *20* kilom. pour un corps d'armée, et *8* à *10* kilom. pour une division.

paraîtrait point de nature à soulever d'objection sérieuse, s'il ne fallait, en toute question de service de guerre, observer la plus extrême réserve et prendre pour maxime de se tenir constamment *en-deçà* des règles fondées sur les plus consciencieux raisonnements. Le service des transports par voie ferrée, avec ses organes compliqués, avec ses nombreuses causes de perturbations, n'est point assurément de ceux où l'on puisse impunément déroger à ces sages principes. Nous n'obéirons donc qu'à la plus élémentaire prudence, en écartant, au moins d'une manière générale, cette hypothèse spécieuse d'un *seul jour* suffisant à la mise en wagon de la division complète. C'est un travail qui empiétera le plus souvent sur le deuxième jour. Il est dès-lors manifeste, au point de vue du parallèle dont nous nous occupons, que la supériorité de la voie ferrée sur la route, à part des variations de quelques heures, ne commencera réellement à se révéler que pour des distances atteignant au moins *deux étapes*. Ce chiffre est loin, sans doute, de représenter une limite invariable. Comme tous ceux que nous a fournis, jusqu'alors, notre analyse, il serait susceptible de se modifier sous l'influence de telles ou telles circonstances favorables, tantôt à l'une, tantôt à l'autre voie de communication. N'a-t-on point constaté, par exemple, qu'à plusieurs reprises, les lignes françaises exceptionnellement stimulées, avaient pu fournir jusqu'à 50 et 60 trains par jour? De tels efforts, pour être considérables, ne sont point *absolument* excessifs; et nos compagnies sauraient assurément retrouver, quand il le faudrait, dans le même patriotisme, les mêmes stimulants. Mais ce sont là des ressources suprêmes qu'il faut savoir ménager, et dont les règles de la *pratique courante* ne doivent que discrétement s'inspirer. C'est ainsi qu'en cas de nécessité, la marche des troupes peut également être *forcée*, les étapes doublées, le repos de la nuit momentanément supprimé.... Toutes mesures dont les opérations de guerre donnent de fréquents exemples, mais qui n'en restent pas moins des mesures véritablement accidentelles, des *expédients;* en un mot, l'exagération incidemment motivée des

pratiques normales. C'est en nous appuyant sur cette seule base admissible que nous indiquerons les chiffres de *40* et *50* kilom. comme les limites en-deçà desquelles la route reste préférable pour les mouvements de la division d'infanterie complète.

Nous ne devons point nous arrêter aux conclusions précédentes, sans y ajouter, à titre de commentaire, quelques-unes des réflexions inspirées par les nombreux aspects d'un sujet aussi complexe. Nous voulons parler de ces éventualités fréquentes à la guerre, qui, nonobstant les conditions de l'équilibre en quelque sorte mathématique sur lesquelles nous avons raisonné, excerceront sur les déterminations et sur les choix définitifs une influence prépondérante ou décisive.

Il est clair, en premier lieu, que la nécessité d'un choix exclusif entre les deux voies de communication ne s'imposera point toujours d'une façon aussi absolue. Souvent il arrivera que les deux voies s'offriront *à la fois* pour la prompte exécution d'un mouvement, et que leur emploi simultané constituera une mesure, non-seulement praticable, mais commandée par les circonstances. Il est clair qu'il ne s'agira plus, alors, d'une question de choix, mais d'une question de répartition judicieuse des différents éléments à mouvoir. Les considérations techniques ne sont ici que les repères auxiliaires des considérations militaires. C'est au général, c'est à son chef d'état-major qu'il incombe de calculer scrupuleusement, pour chaque groupe, l'importance relative de la précision, de la rapidité des mouvements, et d'assigner la répartition de l'ensemble sur les deux voies disponibles.

Un cas non moins fréquent dans les opérations stratégiques, principalement dans les mouvements qui préparent un engagement décisif, est celui où les combinaisons du général en chef impliquent, soit un brusque changement de front, soit le renforcement inopiné d'une aile ou d'une position importante, soit enfin quelque grande manœuvre tournante, par laquelle, suivant Jomini, la science du stratége donne sa vraie mesure. L'arrivée simultanée des renforts

complets aux points désignés ne sera point toujours la condition indispensable du succès pour ce genre d'opérations. Il pourra suffire, tantôt, d'une simple démonstration, tantôt d'un premier et prompt déploiement effectué, d'abord à *toute vitesse*, puis appuyé progressivement de contingents successifs. On sent bien qu'en pareille circonstance, où le point capital est de mouvoir avec la plus grande rapidité *possible* les fractions *combattantes* réduites à leur minimum d'accessoires, le chemin de fer constituera généralement le moyen de locomotion par excellence. C'est alors l'occasion toute désignée de suspendre momentanément le cours des règles *moyennes*, de provoquer tous les organes du service à leur *summum* d'énergie, de rechercher, en un mot, sans hésiter, le *rendement* exceptionnel par l'emploi hardi de mesures exceptionnelles. Le doublement des vitesses, la succession presque ininterrompue des trains, seront, pour ces coups de feu, des expédients auxquels la locomotive et le rail se prêtent avec une souplesse que nous n'avons plus besoin de démontrer.

On peut actuellement juger, avec quelque degré de certitude, dans quelle mesure il convient de modifier, pour les unités tactiques de la 2e série, les conclusions générales que nous avions formulées pour les unités élémentaires (jusqu'à la division de cavalerie inclusivement). Pour toutes les opérations de *mobilisation* et de *concentration*, la voie ferrée présente, évidemment, dans les deux cas, une supériorité incontestable. Il est également avéré que cette supériorité croît, avec les distances à franchir, dans une telle proportion, qu'il suffit aujourd'hui de quelques jours pour terminer des préparatifs exigeant, autrefois, des semaines et des mois (1).

(1) Il est presque inutile de rappeler que la mobilisation et la concentration des 400,000 Allemands qui, les premiers, traversèrent notre frontière furent complétement terminées en moins de *trois* semaines (18 juillet — 5 août). C'est le délai que le maréchal Niel assignait, comme règle de l'avenir, aux armées de la France. — C'est presque avec un serrement de cœur qu'on se rappelle le mémorable discours dans lequel ce ministre re-

Mais il n'en est plus de même pour les mouvements de stratégie, et pour ceux que nous avons appelés, avec Jomini (chap. Ier), de *grande tactique*. Les uns et les autres exigent généralement des marches de plusieurs jours. Qu'il s'agisse de combinaisons ménagées de longue main en vue d'une bataille, ou de manœuvres opérées sur des masses déjà concentrées, sur un front déjà formé, il suffit de se rappeler les chiffres cités au chap. Ier, soit pour un front de bataille, soit, *à fortiori*, pour le déploiement qui précède l'engagement, pour s'assurer qu'une seule étape serait rarement suffisante à l'exécution de semblables déplacements. S'il a donc pu être admis qu'avec les unités tactiques dont la mise en wagon demande moins d'un jour, la supériorité du chemin de fer s'étend jusqu'à ces mouvements préparatoires, cette conclusion cesse d'être exacte pour la division d'infanterie et, à plus forte raison, pour le corps d'armée. Avec ces dernières unités, la rapidité de la locomotive commence à être balancée par les lenteurs de l'expédition en gare, dès qu'il ne s'agit plus que de deux, trois et quatre étapes. Par où l'on voit que les mouvements de stratégie préparatoire et de grande *tactique* s'accommoderont généralement mieux des voies de terre; qu'ils marquent, au moins, les circonstances de guerre, où la démarcation entre les deux genres de circulation devient douteuse, et doit être mûrement discutée (1).

C'est dans cet ordre d'idées que la plupart des écrivains allemands, s'autorisant des exemples de la dernière guerre,

gretté annonçait, du haut de la tribune, avec une confiance que le pays a trop partagée, que désormais « les forces de la France pouvaient être mobi- « lisées en *15* jours et les armées rendues aux frontières en *5* jours. » Ce *mandat*, laissé à son successeur, n'a point trouvé de *mandataire*.

(1) Nous avons vu, au chapitre Ier, que les fronts de bataille se tiennent entre *8 et 12 kilom.*; les fronts de marche, quelques jours avant la bataille, entre *50 et 60 kilom.* Ces chiffres montrent bien que les mouvements stratégiques, et même les mouvements tactiques préparatoires, prendront, si l'on tient compte des détours, des obstacles, etc., généralement plus d'un ou deux jours.

tombent d'accord pour proscrire non-seulement comme inutile, mais comme *dangereux* l'emploi des lignes ferrées parallèles au front de bataille (1). Ce serait là, suivant eux, une extension irrationnelle de la locomotion à vapeur, dont l'usage doit être, en revanche, considéré comme indispensable sur les lignes de communication. Cette opinion, dont le raisonnement comme l'expérience consacrent l'autorité, ne saurait être trop méditée de tous ceux qui sont appelés à se mouvoir dans la sphère des grands commandements.

Quant aux *mouvements tactiques* proprements dits, aux manœuvres du champ de bataille, la solution n'est évidemment douteuse dans aucun des deux cas. La *marche* reste ici le procédé naturel et, on peut dire, exclusif de toutes les évolutions de corps ou de fractions de corps. La locomotive n'a aucun rôle à jouer sous le canon de l'ennemi.

Nous avons passé en revue l'ensemble des principales unités tactiques de diverses grandeurs, depuis le régiment jusqu'au corps d'armée. Nous avons cherché à calculer successivement, pour chacune d'elles, la limite moyenne en-deçà de laquelle la route de terre reste l'instrument de locomotion le plus avantageux. Nos points de démarcation, pour avoir été consciencieusement discutés, sont loin, sans doute, d'être à l'abri de la critique. La critique loyale n'est-elle point, au surplus, le supplément d'instruction nécessaire à tout effort d'investigation, et, nous ajouterons, la plus honorable sanction du travail individuel? Nous l'appelons donc sincèrement, loin de la redouter, désireux, avant tout, de voir, ici comme ailleurs, le sillon s'élargir et se rectifier sous l'influence du labeur collectif. Mais, quoi qu'il en soit des amendements et des corrections dont nos résultats pourront être atteints ; quelles que soient les conclusions définitives de l'avenir, il importe d'insister, en terminant, sur une remarque du plus haut intérêt. C'est qu'une fois franchies, les lignes de démar-

(1) Voir, entre autres, les *Réflexions sur la Guerre franco-allemande de 1870-71*, par le gouverneur de Mayence.

cation sur lesquelles se balancent à peu près les puissances logistiques respectives de la route et du chemin de fer, les avantages de ce dernier croissent avec une rapidité prodigieuse. Dès que les distances deviennent assez considérables pour que le délai d'expédition des trains ne joue plus qu'un rôle relativement secondaire, les propriétés de la vapeur se manifestent dans toute leur efficacité et interdisent définitivement toute idée de comparaison; c'est ainsi que les distances supérieures à *100* et à *150* kilom. peuvent être parcourues par des armées entières, avec cette promptitude et cette précision de mouvements, qui donnent à la guerre moderne son caractère de précipitation foudroyante. C'est véritablement dans ces conditions qu'on tire le bénéfice intégral de l'admirable machine créée par le génie des Watt, des Stephenson, des Séguin..... Marches non-seulement accélérées, mais régulières et affranchies du fléau des traînard, des éclopés, des maraudeurs.... Services de l'alimentation et des ravitaillements mieux assurés. Suppression ou, au moins, régularisation des charges nombreuses imposées aux populations par le passage des troupes.... Tous ces avantages seront toujours le résultat incontestable d'une organisation convenablement étudiée. Nous pouvons dire, en un mot, et abstraction faite des exagérations généralement inhérentes au début de toute invention remarquable, que la supériorité du chemin de fer sur la route, pour les parcours considérables, se définit à peu près par le rapport des vitesses respectives moyennes de circulation. D'un côté, 30 à 40 kilom. par heure, de l'autre 4 ou 5 kilom. Les deux puissances logistiques sont ainsi, en ce cas, dans le rapport de *sept ou huit* à *un*. Ces chiffres sont confirmés par l'expérience (1) et on peut ajouter d'avance que les modifications, dont

(1) Ajoutons aux nombreux faits connus de tout le monde, un exemple extrait d'une publication récente sur les exercices techniques de l'armée russe :

Une division d'infanterie de *15,000* hommes, *2,000* chevaux, *48* canons,

l'avenir fait certainement présumer l'éventualité, seront toutes invariablement en faveur de la voie ferrée.

Ligne à une voie.

Les considérations développées dans le présent paragraphe n'ont visé, jusqu'alors, que l'hypothèse d'une ligne à *deux voies*. Les conclusions auxquelles nous avons été successivement conduit, doivent être nécessairement modifiées pour le cas d'une ligne à *une seule voie*. Elles doivent l'être pour la double raison d'un ralentissement dans le régime des expéditions et d'une diminution des ressources en personnel comme en matériel. Nous avons admis, pour ces lignes secondaires, un régime de circulation *possible*, d'une énergie *moitié* moindre que celle des grandes lignes, et se chiffrant par le nombre moyen de *10* trains par jour (au lieu de *20*) dans chaque sens. Si l'on tient compte, en outre, des difficultés présumables qui surgiront d'une organisation plus restreinte de tous les services, on reconnaîtra, sans qu'il soit nécessaire d'insister plus longuement, que le terrain, où l'équivalence se manifeste, ici, entre le chemin de fer et la route, se déplace notablement, et qu'il convient de *doubler* au moins les chiffres indiqués plus haut, soit dans le tableau V, soit dans le texte, comme limites moyennes.

Il résultera de cette pondération générale, le projet de tableau synoptique dont nous présentons ici les principaux éléments.

avec ses équipages, a été transportée en chemin de fer de Cracovie à Iradisch en *deux* jours, dont un pour l'embarquement. C'est une distance d'environ *300 kilom.*, pour laquelle la marche par étapes eut exigé de 10 à 12 jours : juste le rapport que nous présumons.

DISTANCES LIMITES MOYENNES

POUR LESQUELLES SE BALANCENT LES PUISSANCES LOGISTIQUES DE LA ROUTE ET DU CHEMIN DE FER.

TABLEAU VI.

	LIGNE à deux voies.	LIGNE à une voie.
Régiment d'infanterie	1/2 étape.	1 étape.
Batterie d'artillerie	1/2 —	1 —
Escadron de cavalerie	2/3 —	1 1/2 —
Brigade d'infanterie	1 —	2 —
Brigade de cavalerie	1 —	3 —
Division de cavalerie	1 —	3 —
Division d'infanterie	2 —	4 —
Corps d'armée de combat	3 —	6 —
Corps d'armée complet	4 —	8 —

REM. — Observer que la longueur de l'étape varie avec l'espèce d'unité tactique, conformément aux données précédemment discutées.

Matériel. — Equipages. — L'ensemble des données précédentes resterait incomplet, si nous ne terminions ce paragraphe par quelques mots relatifs au transport du matériel et des équipages. Notre examen rapide n'aura plus pour objet de poursuivre, entre les deux procédés de circulation, le parallèle que nous venons d'établir pour les éléments de combat proprement dits. La discussion précédente embrasse un nombre suffisant d'hypothèses pour comprendre, implicitement et par voie d'assimilation, la plupart des problèmes pratiques que nous n'aurions point directement envisagés. Nous nous bornerons, en conséquence, à un simple supplément d'informations propre à nous renseigner sur l'aptitude technique des voies ferrées au transport du matériel de guerre, des munitions et des vivres.

Ce matériel se fractionne naturellement en deux grandes

divisions. D'une part, le matériel *roulant* proprement dit, comprenant les parcs, équipages de pont, ambulances, première réserve de vivres, etc. D'autre part, toute la portion du même service formant une deuxième réserve et destinée à ne suivre les troupes qu'à des distances plus considérables.

Nous avons vu, dans le § 3, qui traite de la composition des trains militaires, comment sont constitués, pour un corps d'armée, les éléments de la 1re catégorie, et de quelle manière s'organiserait leur transport par voie ferrée. Le corps complet se trouvant, d'après nos calculs, exiger environ *80* trains, les besoins afférents au matériel roulant dont il s'agit, ont été évalués à une moyenne comprise entre *15 et 20* trains, ce qui attribue, ainsi qu'on l'a vu plus haut, un minimum de *60* trains pour le corps d'armée réduit à ses éléments de combat. Rappelons ici sommairement comment se décompose la moyenne affectée au matériel :

Parcs	divisionnaires (pour 2 divisions d'infant^e^ et 1 division de cav^ie^) *100* voit^e^	8 trains
	de corps d'armée..... *145* voit^e^	
Equipage de pont, pionniers		2 id.
Trains (vivres, ambulances, services divers)...		6 id.
	Total.....	16 trains

Remarquons à l'égard de ces chiffres que les éléments visés sont supposés complets, c'est-à-dire pourvus de toutes les ressources en personnel (hommes et chevaux) qui en font précisément un matériel *roulant* susceptible de cheminer à la suite immédiate des troupes. Si l'on voulait examiner le cas particulier où il ne s'agirait que des véhicules, caissons ou chariots, il suffirait de se reporter aux données du § 3, pour s'assurer que, les poids et l'encombrement diminuant, de ce fait, dans la proportion des 2/3 au moins, les nombres de trains indiqués ici devraient nécessairement être réduits dans la même proportion. Au lieu de 8 trains pour les parcs, 3 trains répondraient au besoin; ainsi des autres éléments ou fractions d'éléments.

La deuxième catégorie de matériel se composera de coffres, de caisses ou de colis de formes quelconques. Nous n'appliquerons le calcul qu'aux espèces comportant une netteté suffisante d'hypothèses aux *munitions* et aux *vivres*.

MUNITIONS.

Cartouches représentant la moitié de l'approvisionnement du grand parc. Soit environ *90* cartouches par fusil.

Corps d'armée. — 2,700,000 cartouches (avec 1/6 en plus pour le poids mort des caisses) ..... 110 tonnes.
1 train.

Armée (4 corps). — 8 à 9 millions de cartouches ..... 350 id.
2 à 3 trains.

Munitions pour bouches à feu avec rechanges, etc. (4 pièces par 1,000 hommes). Moitié de l'approvisionnement du grand parc. Soit 60 à *70* coups par pièce.

Corps d'armée. 18 batteries. — 7,000 coups 70 tonnes.
1/2 train.

Armée. 94 batteries. — 37,000 coups..... 370 id.
2 à 3 trains.

En somme, *cinq à six* trains pour la moitié du second approvisionnement en munitions (tenues en caisses) d'une armée de quatre corps.

On comprend sans peine qu'avec de semblables besoins, la guerre moderne n'admette plus, pour cette partie du service, d'autres moyens de transport que la voie ferrée. Il convient plus que jamais de recommander le procédé consistant à transformer les wagons mêmes en véritables magasins roulants, procédé qui a été si heureusement imaginé et appliqué par les Français dans la seconde partie de la guerre

de 1870-71, et que nos avisés adversaires se sont empressés de copier. Mais ce procédé de *trains de guerre roulant sur rails* ne pourra rendre les services qu'il promet et porter tous ses fruits, qu'à la condition d'une organisation méthodique préalable, voire même d'une *minutieuse* réglementation. Cette condition, qui s'impose d'ailleurs en ces matières au début de toute amélioration, n'a malheureusement eu jusqu'alors, pour l'esprit de nos administrateurs et de nos hommes de guerre, que des charmes médiocres. On eût dit, en ces années d'abaissement et de défaites, que la *caractéristique* du Français était de s'affranchir de toute règle méditée, de tous calculs méthodiques, pour obéir aux seules inspirations du moment. C'est ainsi que l'apparition des plus heureuses idées devenait, entre nos mains, à peu près stérile ou n'aboutissait qu'à de rares applications obscurément amorcées. Il nous faut résolument sortir de cette ornière, et pour cette question *des parcs roulant sur rails*, nous espérons bien que les expériences tentées par les armées de la Défense nationale seront étudiées dans leurs plus minimes détails et largement utilisées.

VIVRES.

Nous rappellerons les données fondamentales que nous avons admises dans le chap. Ier pour le service des vivres. Les poids respectifs des rations transportables ont été fixées aux moyennes suivantes :

Pour l'homme..... $1^{k}00$ [1] environ.
Pour le cheval..... $8^{k}00$

(à calculer sur le pied de 1 cheval pour 3 hommes).

(1) Les anciens, Grecs et Romains, avaient une ration individuelle de *800* grammes de blé, ce qui, avec les accessoires : vin, huile, sel, fruits secs, etc., montait à un poids total de *1.100* à *1 200* grammes.

Quant au cheval, sa ration transportable (en orge) paraît n'avoir point, généralement, dépassé le chiffre faible de 3 kilogr. On spéculait, pour le

Appliquons au corps d'armée et à l'armée :

Corps d'armée. (4 jours de vivres.)	Pour 35,000 hommes..	140 tonnes.
	Pour 12,000 chevaux..	384 id.
	Total....	524 tonnes.
	3 à 4 trains.	
Armée. (4 jours de vivres.)	Pour 130,000 hommes.	520 tonnes.
	Pour 45,000 chevaux ..	1,440 tonnes.
	Total....	1,960 tonnes.
	13 à 14 trains.	

En nombre rond, *un train* ou *4 trains* par jour de vivres, suivant qu'il s'agit d'un corps d'armée ou d'une armée de 4 corps (1).

On comprend, d'ailleurs, à quel degré l'organisation du service peut faciliter et simplifier la tâche ; comment on arrive, par exemple, à diminuer l'encombrement, à réduire le nombre des véhicules spéciaux, par cette judicieuse mesure inaugurée dans la guerre de la sécession d'Amérique, et qui consiste à utiliser le retour des wagons pour l'évacuation des malades et des blessés. De telles dispositions seront le résultat certain de l'expérience et de l'habileté progressives qu'on acquèrera, peu à peu, dans le maniement des nouvelles voies, et qui en augmenteront les avantages dans une mesure qu'il serait, dès à présent, difficile de préciser.

complément évidemment nécessaire, sur les réquisitions, contributions, pillage du pays occupé. (Voir l'ouvrage de Gauldrée-Boileau, intitulé *Administration militaire dans l'Antiquité.)*

(1) Nous trouvons dans le travail du gouverneur de Mayence, déjà cité (§ 3), les documents suivants :

Pour une armée de *150,000* hommes, un jour de vivres demande trois trains. Si l'on observe que les Allemands avaient l'habitude de charger leurs trains de vivres beaucoup plus que les nôtres, les faisant marcher à une moindre vitesse, on reconnaîtra, entre cette donnée et les nôtres, une analogie incontestable.

§ 4 *bis*.

Région de Montagnes.

Le parallèle dont nous avons développé l'analyse dans les deux paragraphes précédents, concerne exclusivement le cas des lignes établies dans les *régions de plaine* ou, pour rappeler les bases de notre classification conventionnelle (§ 1, tabl. I et II), le cas des lignes ayant leurs profils compris entre les limites de *0*mm à *12*mm par mètre. Nous nous proposons actuellement d'indiquer les modifications qu'il convient de faire subir à nos conclusions, pour les approprier au cas des lignes circulant en région de montagnes. Nous avons admis, pour ces lignes, des profils pouvant aller de *12*mm *à 30*mm par mètre; tout en réservant la rareté relative des pentes extrêmes supérieures à 20mm, il n'en est pas moins évident, comme nous l'avons déjà montré par les considérations théoriques (§ 1), que de telles conditions doivent non-seulement amoindrir la puissance tractive, mais encore notablement influer sur certains éléments du régime de la circulation. A cette classe de lignes correspond, en un mot, une réduction générale de la puissance logistique, pour laquelle nous allons chercher à établir des règles moyennes.

La première partie de la question, celle qui concerne la diminution de la force tractive utilisable des locomotives, a

déjà été traitée au § 1er. Les tableaux I, II, III nous donnent, comme limite de l'aptitude moyenne d'une machine en région de montagne, le *tiers* environ de ses facultés motrices en région de plaine. Ce résultat direct des lois mécaniques correspond, pour notre hypothèse habituelle de la locomotive de 30 tonnes (poids adhérent), à un poids total remorquable de *100* tonnes. Mais si l'on en défalque, conformément aux observations présentées au commencement du § 3, la part afférente au poids des véhicules, soit les *0,40* du poids total, le chiffre s'abaisse à la moyenne de *60 tonnes*, qui représente, ainsi qu'on l'a vu, le poids réellement *utile* transportable par train de montagne. C'est à peine le tiers des *190* tonnes possibles en région de plaine. Tel est donc, de ce premier chef, le coefficient de réduction qui s'impose à la puissance logistique de la voie ferrée.

Le régime de circulation constitue le second élément ou, comme nous l'avons dit, le *second facteur* de la puissance logistique. Il faut envisager, sous cette dénomination, d'une part, la succession des trains par jour ou le *régime d'expédition*; et, d'autre part, la vitesse moyenne de circulation admissible d'une manière courante. Nous avons exposé au § 2 les raisons pour lesquelles les deux régions de plaine et de montagne nous paraissent pouvoir s'accommoder d'un régime d'expédition uniforme. N'apercevant d'ailleurs aucun argument nouveau qui doive corroborer ou combattre ces conclusions, nous maintiendrons, pour les deux cas, les chiffres de *20 trains* et de *10 trains* par jour, suivant qu'il s'agit de lignes à *deux* ou à *une* voies. La même assimilation ne serait point justifiable en ce qui concerne la vitesse de circulation. Théoriquement, il est vrai, et si l'on s'en rapportait à l'application purement mathématique des données inscrites au tableau I, la seule réduction du chargement ramené de *190* à *60* tonnes semblerait suffisante pour autoriser des vitesses identiques dans les deux régions. C'est même là le principe des méthodes de *compensations*, dont nous avons fait alors ressortir les avantages, et qui a fourni le point de départ à notre classification conditionnelle des

lignes existantes. Mais les exigences de la pratique ne se plient point ainsi aux abstractions de la théorie. Le passage des rampes moyennes aux rampes fortes ne suit point aussi correctement les lois du raisonnement. Qui ne sent, en effet, qu'avec les inclinaisons considérables de la voie surgissent une série d'influences tout à fait nouvelles, ou n'ayant en plaine qu'une énergie médiocre et négligeable! Il n'est pas, on le sait, jusqu'aux accidents eux-mêmes, avec lesquels il faut toujours compter dans une certaine mesure, qui ne prennent un caractère de gravité s'accentuant avec la raideur des profils. Est-il indifférent, par exemple, qu'une machine déraille, qu'un crochet d'attache se brise, sur une ligne en palier ou sur une ligne en pente? Ces questions, auxquelles un trop grand nombre de voyageurs pourraient trouver la réponse dans leurs souvenirs, imposent évidemment des réserves nécessaires, que nous allons rapidement motiver.

Nous trouvons, en première ligne, la question des courbes. La présence de ces expédients de la construction est naturellement plus multipliée en montagne qu'en plaine, car nous avons déjà fait observer qu'entre le *tunnel* et le profil à rampes *serpentantes*, les ingénieurs modernes manifestent des tendances de plus en plus caractéristiques, et inclinent visiblement vers la seconde solution. Or, à chaque passage de courbe, l'accroissement des résistances de traction et les garanties de sécurité constituent une double cause de ralentissement; cette mesure est, on le sait, d'autant plus impérieusement commandée que la courbe à franchir présente un rayon plus faible. Les coudes et les sinuosités de la voie exercent donc une influence spéciale considérable, comme *modérateurs d'allure.*

Un autre point non moins important concerne les précautions qu'on est obligé de prendre contre les dangers de la descente sur des rampes un peu raides. La mécanique nous indique, en effet, qu'il existe une limite de pente, au-delà de laquelle le frottement de roulement, vaincu par la seule action de la pesanteur, laisserait le wagon sous l'influence domi-

nante de cette force accélératrice. Il arrive, dans cette situation, qu'on doit non-seulement supprimer l'effort de la locomotive comme superflu, mais encore recourir à l'emploi d'une force retardatrice auxiliaire. On fait alors usage d'un système de *freins* plus ou moins énergiquement manœuvrés suivant la raideur de la pente. Mais la difficulté consiste précisément à trouver, dans cet expédient, une ressource suffisante pour parer à toutes les éventualités. Si l'on observe que la limite, dont il est question, dépasse à peine des pentes de 6 à 8^{mm} (par mètre), on comprendra à quel degré d'intensité peut s'élever cette tendance au *roulement spontané* sur des rampes présentant, comme dans la région de montagne, des inclinaisons trois et quatre fois plus considérables. Aussi bien la question des freins, et nous n'apprenons en cela rien de nouveau, constitue-t-elle un des problèmes les plus ardus de la technologie des chemins de fer. Les solutions s'y succèdent et s'y multiplient avec cette diversité même qui est un des caractères les moins équivoques d'une étude à sa période de tâtonnements. C'est assez dire combien il importe d'aider à l'action préservatrice, mais toujours médiocrement rassurante des freins, par l'emploi de toutes les précautions subsidiaires laissées à la disposition du mécanicien. Le ralentissement figure visiblement au premier rang de ces mesures de prudence. Chaque palier, chaque changement d'inclinaison doivent fournir autant d'occasions favorables à cette manœuvre retardatrice, et conduire finalement à un régime de marche relativement modéré. Les chances de collision ou de déraillement se trouvent de la sorte, sinon absolument écartées, au moins ramenées à leur minimum de probabilité. Il n'est pas jusqu'aux intérêts matériels des compagnies, qui ne reçoivent également satisfaction par ce système de sage circonspection. Et pour qui sait combien ces intérêts pèsent et pèseront toujours dans la balance, nos observations ne paraîtront que la plus exacte traduction des errements de la pratique. Il est visible, en effet, que la modération d'allures dans les profils accidentés dont il s'agit, est le seul palliatif efficace contre la dislocation et l'usure

prématurée des véhicules; et que nous rencontrons ici un de ces cas exceptionnels, où les considérations les plus opposées sont d'accord pour conseiller la même solution.

Nous ajouterons, enfin, une dernière remarque relative à l'influence des agents atmosphériques. L'action de la pluie, de l'humidité, constitue surtout, on le sait, une des principales difficultés de la traction. Diminution de l'*adhérence*, tendance au *patinement*, facilité exagérée de roulement; telles sont les conséquences toujours fâcheuses d'une altération accidentelle des surfaces frottantes, mais qui deviennent particulièrement nuisibles et dangereuses, soit à la montée, soit à la descente des pentes raides. De là, dans ces dernières circonstances, une nouvelle et non moins impérieuse cause de ralentissement.

Cette énumération sommaire suffit pour justifier nos réserves quant à la vitesse de circulation en région de montagne. Nous abaisserons en conséquence la moyenne admissible de 40 kilom. à 30 kilom. (à l'heure). Cette réduction, s'ajoutant à celle que nous avons déjà fait subir au chiffre du poids remorqué, nous donnerait, pour coefficient définitif de la puissance logistique cherchée, environ le *quart* ($1/3 \times 3/4$) de la puissance en région de plaine. Un tel rapport ne serait point toutefois l'expression exacte de la vérité. Il importe, en effet, d'observer que le second terme du parallèle, la puissance logistique des voies de terre, subit également des modifications forcées résultant de la configuration du pays à traverser ; que les vitesses de marche ne sauraient plus y être supputées aux mêmes chiffres; qu'en un mot, la région de montagne exerce sur les longueurs d'étapes, sur la rapidité des mouvements par terre, les mêmes réductions que sur les mouvements par voie ferrée. Si la journée de marche peut être en plaine, pour une division, de 28 à 30 kilom., il serait certainement imprudent de l'évaluer à plus de 25 kilom. en montagne. De même de toutes les autres moyennes attribuées aux différentes unités tactiques.

C'est donc, de part et d'autre, une diminution générale et

à peu près proportionnelle de la vitesse, d'où nous sommes autorisé à conclure, de ce chef, au maintien des relations respectives de la route et de la voie ferrée comme facultés logistiques. Nous sommes ainsi définitivement ramené, mais après une discussion motivée, au coefficient du *tiers* proposé dans le chapitre Ier. Dès-lors, en effet, que les variations de la force tractive nous paraissent être le seul élément modificateur du côté de la voie ferrée; que le changement de région n'altère point sensiblement les rapports des autres termes du parallèle; c'est bien en partant de cette donnée moyenne du *tiers*, qu'il faudra faire subir aux chiffres du tableau VI les corrections appropriées aux cas des mouvements en pays de montagnes.

Il est clair, d'ailleurs, qu'on ne saurait prétendre à faire une application rigoureuse, mathématique, des déductions précédentes. Ce serait pousser jusqu'à l'abus le culte de la règle et des chiffres. Il nous paraît plus rationnel de nous borner à traduire, en termes généraux, les conséquences les plus immédiatement saisissables de la réduction constatée dans la puissance logistique. Cette méthode est d'autant plus indiquée, que les limites figurant au tableau VI, ne sont elles-mêmes que des repères tracés à grands traits, et qu'il serait puéril de traiter avec la rigueur étroite de l'abstraction théorique.

Prenant, en conséquence, les données en question pour ce qu'elles valent ou signifient réellement, et partant de cette considération principale: qu'un chargement réduit au tiers nécessitera, communément, pour chaque espèce d'unité tactique, un nombre de trains trois fois plus considérable, et par suite, des délais d'expédition à peu près triplés, nous proposerons, à titre de renseignements moyens, les conclusions suivantes :

LIMITES D'ÉQUIVALENCE LOGISTIQUE

ENTRE LA VOIE FERRÉE ET LA ROUTE.

Région de montagne. — Ligne à deux voies.

TABLEAU VII.

Unités tactiques élémentaires.	Régiment. Batterie. Escadron.	*1* étape.
Unités tactiques supérieures. 1er groupe.	Brigade d'infanterie. Brigade de cavalerie. Division de cavalerie.	*2* à *3* étapes.
Unités tactiques supérieures. 2e groupe.	Division d'infanterie. Corps d'armée.	*3* à *4* étapes. *8* à *10* étapes.

Il est bien entendu que les données du tableau VII, proposées pour l'hypothèse d'une ligne à *deux* voies, devraient naturellement subir, pour le cas de la ligne à une voie, la modification convenue, c'est-à-dire celle qui résulte d'un régime de circulation devenu moitié moindre (10 trains par jour au lieu de 20 trains).

RÉSUMÉ SYNTHÉTIQUE.

Si l'on rapproche actuellement l'ensemble des conclusions formulées dans les paragraphes 3, 4 et 5, relativement aux variations de la *puissance logistique* des différentes catégories de lignes ferrées, il deviendra possible de résumer en formules concises et d'une exactitude pratique suffisante, les enseignements recueillis au cours de notre analyse. Prenons à cet effet pour unité-type la puissance logistique de la ligne ferrée, à deux voies, et circulant *en région de plaine;* les chiffres qui représenteront le mieux la même puissance, dans les autres conditions envisagées, nous paraissent être les suivants :

Espèce de ligne.	Puissance logistique (cote).
Ligne à deux voies en région de plaine.	1
Ligne à une voie. Plaine	1/2
Ligne à deux voies. Montagne	1/3
Ligne à une voie. Montagne	1/6

Telle est, largement esquissée, l'échelle rapidement des-

cendante des aptitudes *voiturières* propres à chaque genre de lignes. Les deux chiffres extrêmes 1 et 1/6 indiquent assez dans quelles limites peuvent décroître ces aptitudes, et combien il importe, dans la pratique, d'avoir, sur les différents réseaux qu'on veut militairement exploiter, autre chose que des renseignements vagues, ou des notions dépourvues de précision technique. C'est là, nous le répétons, un point capital qui doit, à peine des plus regrettables mécomptes, voire des plus impardonnables bévues, figurer au premier plan de toute conception de mouvements par voie ferrée. Qu'on raisonne sur des masses ou sur de simples détachements, l'appréciation préalable des ressources disponibles, s'impose également, et du haut en bas de la hiérarchie militaire, la nécessité d'une certaine somme de connaissances techniques doit constituer désormais une formule, nous dirions presque une *théorie réglementaire.*

Nous ne terminerons point sans faire, relativement à cette même progression décroissante de la puissance logistique, une observation qui frapperait d'ailleurs les esprits les moins attentifs. Les difficultés de la voie *ferrée* en pays accidenté sont telles, on vient de le voir, que la plupart des fonctions du service s'en trouvent notablement entravées ou allongées. Les expéditions journalières réduites au *tiers* comme poids total. La vitesse de circulation également diminuée du *cinquième ou du quart.* Un ensemble de circonstances, enfin, qui, sans agir d'une manière continue, tiennent l'exploitation sous le coup d'un surcroît d'appréhensions permanentes. C'en est assez pour montrer à quel point les chaînes de montagnes, les massifs de collines, constituent, au temps présent, les plus sérieux obstacles de guerre, et des barrières d'une efficacité indiscutable. Ce rôle leur avait été, jusqu'aujourd'hui, constamment attribué, et les faits historiques, en dépit des transformations de la guerre, avaient rarement infirmé cette universelle théorie. Mais l'allure relativement précipitée des luttes modernes, et surtout l'introduction définitive de la locomotion à vapeur dans l'arsenal des moyens militaires, avaient provoqué, chez tous, une *refonte*

d'idées et de principes, un mouvement de réaction sur le passé, dont les tendances n'ont point toujours évité ni les exagérations, ni les illusions de la première heure.

Le passage *rapide* des montagnes, cette difficulté réputée de tout temps formidable, à laquelle se sont mesurés, avec des fortunes diverses, les plus grands capitaines; le transport des armées d'un bassin géographique dans un autre, s'est trouvé, pour quelques esprits un instant éblouis, rangé dans la catégorie de ces problèmes auxquels la science moderne devait fournir une solution facile. Avec des rails et des machines, les défilés se franchissent, les cols s'abaissent et les barrières s'abattent devant la force irrésistible de la vapeur. Nous sommes actuellement en mesure de faire la part de la vérité et des illusions confondues dans ces appréciations d'entraînement. Oui, certes, le génie des Annibal, des César, est moins indispensable pour conduire des bataillons à travers ces obstacles naturels. Cette entreprise, hier encore grosse de périls et rangée parmi les coups d'audace, est devenue, de nos jours, une opération presque ordinaire, et dont le succès demande surtout une sage organisation, des habitudes d'ordre, toutes choses où la science supplée avantageusement le génie. Mais, là où commence l'illusion, là où le sentiment légitime des merveilles contemporaines semble obscurcir, parfois, le jugement et faire trébucher la critique, c'est de croire à une complète suppression des difficultés, c'est de tenir les montagnes *nivelées*, parce qu'elles sont devenues praticables; c'est de méconnaître, enfin, gratuitement l'importance de ces éléments si éminemment précieux à la guerre : l'*argent*, le *labeur* et le *temps*. Le *temps* surtout, car on vient de constater dans quelle proportion considérable s'accroissent les délais de toutes sortes pour l'exécution des transports en pays accidenté. Quand on envisage de tels sacrifices de célérité, voire de ponctualité, avec le sentiment vrai de leur influence sur la conduite des campagnes actuelles; quand on observe qu'au lieu de quelques *jours* nécessaires en région de plaine, pour le transport des divisions, des corps d'armée, des *semaines* suffisent à peine,

pour la même besogne, en région de montagne. Il faut bien revenir à une appréciation plus saine et moins primesautière de la question; il faut bien reconnaître, en un mot, que le problème a subi, en vérité, de singulières modifications, comme l'ensemble des opérations militaires, mais que ses difficultés *relatives* sont loin d'avoir diminué.

Le fait est que les montagnes, aujourd'hui plus que jamais, constituent un obstacle sérieux, une barrière naturelle efficace, surtout contre les rapides attaques des armées nombreuses; que leur interposition entre deux adversaires, loin d'avoir perdu de son influence, peut déjouer souvent les combinaisons du plus habile stratége, et décider du succès final par les seuls retards d'une circulation fatalement ralentie. Leur rôle nous paraît donc, moins que jamais, devoir s'amoindrir en face des éventualités de l'avenir. Les chaînes de montagnes sont toujours, non-seulement la limite ethnographique la moins artificielle des races, mais encore l'obstacle le plus réel à leurs incursions réciproques, et la meilleure garantie de la sécurité commune (1). Que certaines théories séduisantes aient pu quelque temps sur ce grave sujet détourner le courant de l'opinion surprise, c'est là le sort réservé à toute époque quelque peu novatrice; notre génération a certes remué un nombre assez respectable de problèmes, pour ne point s'étonner de ces dérivations fantaisistes de l'intelligence surexcitée. Mais là où serait le

(1) Loin de nous l'idée de justifier la récente annexion teutonique de l'Alsace et de la Lorraine, sous prétexte qu'elle aurait eu pour résultat la transposition de notre frontière, du thalweg du Rhin à la chaîne des Vosges. Il n'est pas un Français qui se méprendra sur le sens purement *didactique* de nos appréciations. Tous les docteurs allemands ne parviendront jamais, au surplus, à faire admettre la singulière théorie de la germanisation brutale de nos compatriotes annexés. Le prince de Bismarck a donné la vraie raison : « *Il s'agissait pour les Allemands d'avoir une frontière plus solide.* » (Discours au Reichstag, mai 1873). Sous ce rapport, et en dehors de toutes considérations historico-politiques, l'homme d'État prussien ne saurait être réfuté.

danger, ce serait de voir nos hommes d'Etat ou nos hommes de guerre accorder légèrement, à de tels systèmes, le crédit de leur autorité.

Nous sommes arrivé au terme de ce livre, et nous avons exposé, dans les limites que nous nous étions assignées, la discussion technique de la question. La méthode, naturellement indiquée pour une semblable étude, était celle qui s'impose en toute science appliquée. Le raisonnement aidé de l'observation et rectifié au besoin par l'expérience. Nous croyons être constamment resté fidèle à ces prudentes prescriptions, sans prétendre, évidemment, revendiquer pour nos résultats autre chose que les bénéfices d'une exactitude *relative*. C'est le cas de rappeler ici qu'en ces matières où la science est introduite dans la pratique par tant d'organes complexes, les données recueillies, les règles formulées, ne sont rien moins que des lois absolues. Elles ne sont, au contraire, que de simples déductions, nécessairement subordonnées aux faits dont elles émanent. Loin de dominer, en un mot, les phénomènes, elles n'ont de mérite, ou plutôt de valeur réelle que d'en être l'expression la moins inexacte et à la fois la plus générale. C'est sous la garantie de ces réserves logiques que nous attendons sans inquiétude, les jugements de la critique impartiale.

Notre travail d'ailleurs, et nous insistons sur ce point, n'est rien moins qu'un exposé dogmatique, la synthèse *ex-professo* d'une science déjà constituée. Nous avons pris la question dans une des phases, nous pourrions dire, dans la première phase de son développement, et nous n'avons d'autre prétention que d'avoir fourni, pour les nombreuses étapes à parcourir, notre individuelle et consciencieuse impulsion. La voie sera progressivement suivie par d'autres mieux pourvus et plus autorisés. Ce sera notre récompense, comme c'est notre espoir, de nous sentir *épaulé* par une phalange d'énergiques collaborateurs.

LIVRE III.

NOTES DIVERSES.

« Triste chose que d'appeler la *science*
» au service de la *guerre*, *in extremis*. »
(BERTHELOT.)

Ce livre n'est point l'exposé méthodique d'un sujet unique et lié dans toutes ses parties. C'est une série de *fragments* individuels, présentant, pour quelques-unes des principales questions rencontrées dans notre Etude, un supplément d'investigations ou l'exposé de quelques aperçus personnels. Cette annexe pourra peut-être, à ce titre, offrir à chacun de ceux qui voudront bien nous lire, l'objet préféré de ses méditations et comme le canevas ébauché de ses propres recherches. Tels sont au moins notre but et notre espoir, car en ces graves matières, qui touchent à l'organisation de nos forces nationales, l'intérêt n'est point limité à tel ou tel groupe social, et le patriotisme de tous est certes, pour nous, la meilleure sauvegarde contre l'indifférence générale.

Nous faisons donc hardiment appel à tous, citoyens ou soldats, ingénieurs, administrateurs ou hommes de combat; nous les convions tous à cet unanime concours auquel la réorganisation de nos forces militaires imprime un double caractère d'urgence et d'opportunité.

Aussi bien serait-il difficilement admissible qu'ici plus qu'ailleurs, la solution de ces mille détails techniques accumulés autour de chaque grand problème pût se passer de l'action *collective;* que cette lente élaboration, si nécessaire dans toutes les sciences, fut superflue pour les choses de la guerre, et que le tribut intermittent de quelques génies solitaires y fut suffisant pour assurer le progrès. Nous avouons, quant à nous, tenir en plus sérieuse estime les efforts continus et répétés de la grande légion des travailleurs obscurs, des *médiocrités* infatigables. Les faux pas et les erreurs n'y sont point rares sans doute. Mais les erreurs mêmes ne portent-elles point avec elles leurs enseignements?

Note A

sur les opérations de l'Armée du Rhin sous les murs de Metz.

On ne saurait trop s'efforcer d'être clair et d'éviter les malentendus sur une question aussi grave, sur des faits, dont les conséquences ont si lourdement pesé sur tout le reste de la campagne de 1870-71. Je dois ajouter, aux appréciations nécessairement succinctes contenues dans le texte, quelques développements propres à éclaircir ma pensée. J'ai surtout à cœur ici de conjurer tout reproche de partialité, reproche dont la conscience du soldat souffrirait plus encore que l'amour-propre de l'écrivain.

J'ai essayé de résumer mon jugement sur la conduite du général de l'armée du Rhin, dans les deux points suivants :

Une fois investi du commandement en chef, il a eu le tort capital de concentrer et d'*immobiliser* son armée sous les murs de Metz.

Il n'a su ou voulu, en second lieu, profiter d'aucune des occasions favorables qu'il a certainement eues (le 15 et le 17 notamment, de l'aveu même des Allemands), de se frayer un passage vers la vallée de la Meuse avec son armée intacte et avant la concentration définitive des masses allemandes.

Seulement, ai-je ajouté pour ce dernier point, le succès de l'opération était à ce moment, suivant moi, gravement

compromis par l'absence de tout chemin de fer, au moins pendant les premières marches à partir de Metz. La crainte de voir donner à cette restriction, après tout secondaire, un sens qu'elle n'a pas, de lui voir attribuer le caractère d'une appréciation presque *approbative* de la conduite du général français; tel est le motif qui me fait insister et me porte un instant à franchir, en matière de tactique ou de stratégie, des limites qu'en toute autre circonstance je saurais discrètement respecter.

Je crois, en premier lieu, qu'en face de *300,000* Allemands dont la réunion prochaine en face de Metz pouvait se supputer à un ou deux jours près (1); qu'après la débâcle complète de Mac-Mahon incapable de s'arrêter et de tenir quelque part dans sa fuite; qu'avec un espoir fort hypothétique de voir se former promptement une armée de secours; je crois, dis-je, que le maréchal Bazaine, même avec son excellente armée de *140,000* hommes bien armés et bien encadrés, ne pouvait songer *sérieusement* à défendre la ligne de la Moselle. De Toul à Thionville, sa ligne trop longue, trop mince, eut été partout *perçable*, et pour tenir quelque temps en respect le flot germanique, il lui eut fallu des qualités et une fortune telles qu'aucun général avisé n'en doit faire la base habituelle de ses combinaisons. Ce fut donc là la première et la plus

(1) Les documents officiels allemands portent à *10* corps d'armée le chiffre des troupes un instant réunies contre l'armée du Rhin. Les corps étaient certainement plus près de *40,000* hommes que de 30,000.

Voici, d'après la récente publication du grand état-major prussien (4e fascicule), quelles étaient les positions respectives des trois armées prussiennes en marche vers Metz, après Wœrth et Spickeren, au 10 août :

Ire ARMÉE.	IIe ARMÉE.	IIIe ARMÉE.
Concentrée entre Saarbrück et St-Avold, à *3* ou *4* étapes de Metz.	A *20k* environ au sud de la Ire armée; même distance de Metz.	Vers Fénestrange, à *4* ou *5* étapes de Metz.

Front total de *80* à *90* kilomètres.

grande faute, *de s'arrêter sous les murs de Metz, de ne point se retirer, au contraire, vers la Meuse et vers Paris, avec la plus grande célérité possible*, après avoir laissé dans la place (conformément aux réglements militaires) une garnison suffisante.

Mais enfin, cette faute fut commise et c'est avec elle qu'il faut compter. L'acteur, après tout, peut se relever d'une mauvaise *entrée*.

L'armée du Rhin se trouvant ainsi *arrêtée* avec préméditation, *ou attardée*, dans la vallée de la Moselle, comment devait-elle opérer avec son maigre effectif devant les trois armées allemandes ; comment tenir et manœuvrer dans ce long et étroit couloir ? C'est ici qu'il nous semble, avons-nous dit, qu'une seconde faute a achevé de préparer le désastre final. Il est clair, en effet, qu'il n'y avait alors plus d'autre ressource, que de s'attacher avec acharnement à une des ailes de l'ennemi ; que de tenter, en s'appuyant sur Metz comme pivot, une pointe hardie, soit au nord vers Thionville, soit au sud vers Frouard, pour chercher à la fois deux résultats : attaquer une fraction des forces allemandes avec chance de succès complet, et se maintenir en possession d'une ligne ferrée de l'intérieur (celle des Ardennes ou celle de l'Est). Objectera-t-on les difficultés d'un mouvement de flanc le long de la Moselle ? La crainte d'être coupé de Metz ? Mais oublierait-on, relativement au premier point, que nous parlons du moment où les Allemands les plus avancés, ceux du prince royal au sud, étaient encore à plusieurs marches de Frouard (l'armée du Rhin était concentrée à Metz le 8 août et les premiers coureurs prussiens ne se virent à Frouard que vers le 11 et le 12) ; et, quant au second point, l'éventualité d'être coupé de Metz, c'est, en fait d'échec, celui que nous aurions considéré comme le moins malheureux. Cette entreprise d'une attaque sur une des ailes ennemies me paraît, pour toutes ces raisons, la seule véritablement logique que le général français eut dû tenter. Je n'entends point par là que le succès eut dû infailliblement le couronner. Elle n'échappe point à la règle commune, à l'*aléa*, qui est le

régime des choses de la guerre. Mais un revers n'eut point été une catastrophe. La retraite eût eu lieu naturellement, normalement je dirais presque, et surtout sur une ligne *excentrique* à l'ensemble des forces allemandes, circonstance incontestablement favorable, puisqu'on n'eût jamais été exposé à se voir enveloppé concentriquement, comme on le fut, par la retraite centrale vers Verdun, par Rezonville. Là on marcha devant le centre allemand, et les deux ailes n'eurent qu'à se reployer pour s'abattre sur nous, par deux mouvements respectivement comparables et d'égale durée.

Au lieu de cette combinaison, on sait ce qui fut fait. Concentration *hypertrophique* sous Metz. Hésitations et incertitudes à jamais impardonnables dans toutes les tentatives de marche en retraite. On faisait laborieusement 6 ou 8 kilomètres par jour. On fatiguait moralement et physiquement l'armée, dont le tempérament s'usait misérablement à ces *marches de tortue*. Mais le fait le plus lamentable est certainement cette inexplicable, je dirais presque cette injustifiable inertie du maréchal Bazaine le lendemain du 16, de cette bataille où les Allemands nous laissèrent le champ de bataille, et après laquelle, de leurs propres aveux, ils craignaient de nous voir poursuivre notre retraite sur Verdun, *sans pouvoir s'y opposer* (1). (Militær-Wochen-blatt, 24 juin 1872.)

(1) A l'heure qu'il est, après le rapport du général de Rivière, le réquisitoire du général Pourcet, après le verdict du 10 décembre 1873 enfin, on sent bien que nos présomptions, d'ailleurs largement confirmées, perdent de leur actualité et passent dans le domaine de l'histoire. (Décembre 1873).

Note B

Considérations sur la tactique de l'Artillerie.

Je vais essayer de tracer, dans cette note, une esquisse rapide de la tactique que l'artillerie me paraît appelée à suivre dans les batailles modernes.

a) PRÉLIMINAIRES. — *Principes et données fondamentales.*

1° Aujourd'hui les deux armes dominantes du champ de bataille proprement dit, sont :

L'infanterie (par son tir surtout);
L'artillerie.

La cavalerie n'y est plus qu'une arme secondaire. Elle a cessé d'être le *bélier* de l'armée pour en devenir l'*œil* sans cesse vigilant. (Admis par le *concensus* universel et démontré par les faits de guerre récents. *Bœrbstaed*, *Bonie*, *Lewal*, etc.)

En un mot, la lutte n'est plus une lutte de *chocs*, mais une lutte de *projection*. Le plus fort sera celui qui aura, non plus les plus lourdes poitrines, mais le *plus abondamment* et le *plus habilement* à *projeter*.

2° Les deux machines de projection principales (canon,

fusil) ont chacune sa sphère propre. Eviter avec le plus grand soin de passer de l'une à l'autre, sans nécessité suprême. On peut considérer comme axiômes :

Hors de la bonne portée du fusil[1] (800 à 1,000m)	L'infanterie ne peut tenir contre de l'artillerie. Il faut qu'elle se disperse et manœuvre.
En-deçà de la bonne portée du fusil (800 à 1,000m)	L'artillerie ne peut tenir contre de l'infanterie *agissante*, non démoralisée. Un soutien d'infanterie ne suffirait pas à protéger les batteries qui seraient décimées. Elles présentent relativement un trop *vaste* front (objectif).
Contre de l'infanterie *agissante* ou contre une batterie soutenue	Les charges de la cavalerie sont impraticables.

3° En principe, et sauf les cas particuliers, il faut observer les règles suivantes :

Au combat : — L'ordre mince suffisait contre le boulet plein. Contre l'obus, il faut l'ordre *divisé*. Tirailleurs (2) pour l'infanterie et pièces *écartées* dans la limite de la prudence, pour l'artillerie.

En marche. — Colonnes *minces* pour tous, malgré l'inconvénient de la longueur ; les ricochets des obus oblongs

(1) Le fusil ***Mauser*** nous est signalé comme portant jusqu'à ***1,600*** mètres ; notre chassepot va bien jusqu'à ***2,200*** mètres. Mais tout cela ne constitue que des tirs exceptionnels.

(2) Derrière les tirailleurs, les soutiens en ordre ***coupé*** (Scherf), en ordre ***dispersé*** (Italiens), en un mot, suivant une disposition non encore définitivement arrêtée, mais dont l'étude est partout à l'ordre du jour dans le même sens.

Signalons également, pour les tirailleurs, la manœuvre du ***Rüdel*** autrichien (essaim).

n'étant jamais en ligne droite, et les écarts en *direction* toujours sensibles.

Passons à l'examen des méthodes tactiques générales.

b) THÈSE.

Le combat, pour l'artillerie, peut se diviser en trois *phases distinctes*, que nous allons caractériser, suivant la manière dont nous concevons les choses.

1re phase. — La lutte commence par un combat d'artillerie à grandes distances. Région des grandes portées (de *3,500 à 2,000* mètres). C'est ainsi qu'on l'a toujours vu dans les dernières guerres. Ce sera le prélude de plus en plus logique et forcé des batailles de l'avenir (1).

A ce moment, où les deux adversaires viennent à se heurter, les corps, de part et d'autre, commencent à déboucher, chacun sur sa route. Leurs unités tactiques : divisions, brigades, etc., vont se séparer, cherchant leurs positions *tactiques*, et rayonner en tâtonnant, en essayant le terrain. C'est le moment où *s'élabore l'ordre de bataille*, ou plutôt un premier ordre de bataille. C'est alors que l'artillerie (celle qui a dû marcher en tête de chaque colonne) se porte rapidement à gauche et à droite, ouvre immédiatement son feu, se proposant deux buts :

1° Couvrir, masquer le *rayonnement* tactique de la colonne tel que l'on vient de l'esquisser.

2° Empêcher l'exécution d'une opération semblable chez l'ennemi, et provoquer, s'il se peut, dans ses masses un premier désordre.

L'objectif de l'artillerie doit être principalement alors toute

(1) « Toute attaque doit être précédée par un feu d'artillerie, continué « longtemps et, par-dessus tout, bien dirigé..... » (*Tactique des trois Armes*, capitaine H. Brackenbury.)

masse d'infanterie qu'elle aperçoit s'ébranlant et débouchant. Ces premiers feux ne prendront que subsidiairement et suivant les incidents, l'artillerie ennemie pour point de mire. Le mal que l'on ferait ainsi aux batteries lointaines de l'adversaire ne saurait jamais être que médiocre, tandis que les effets d'une première désorganisation sur son infanterie peuvent le paralyser ou le troubler pour le reste de l'action.

Il est clair que ces premiers feux doivent être fournis par les *pièces lourdes*. Ce sera, suivant nous, le rôle dévolu aux batteries de l'*artillerie de corps*, qu'il faudrait donc, dans cette hypothèse, avoir soin de faire marcher en tête des colonnes; ces batteries prennent, dès-lors, immédiatement leurs meilleures positions et y restent (1) (jusqu'au moment dont il va être question), en fournissant un feu plutôt régulier, cadencé, que rapide; pas de fièvre encore. Le calme de l'assurance, *viser* et *compter* ses coups. Elles sont la *basse* (l'accord) dans l'orchestre, dont le jeu formidable va commencer.

Pour entamer convenablement ce premier acte, il est clair que le commandant de l'artillerie du corps (ainsi que les commandants divisionnaires d'artillerie pour ce qui va suivre) doit être mis au courant des combinaisons projetées, et des buts principaux qu'on se propose d'atteindre par le combat. C'est là une condition *sine quà non*.

2e phase. — L'ordre de bataille est esquissé. Les divisions, brigades, etc., ont atteint leurs positions respectives, d'où elles doivent s'élancer sur leurs objectifs particuliers. Elles sont encore hors de portée de la mousqueterie, vers *2,000* à *1,500*m, mais prêtes à se déployer. Le canon des batteries initiales tonne en cadence; les échos apportent les bruits lointains et confus de ces derniers mouvements préliminaires.

(1) Dans toute cette période, il est clair que « tirer par-dessus l'infanterie « ou les troupes amies doit être une pratique à inscrire, définitivement, « parmi les méthodes réglementaires. » (H. Brackenbury.)

Un frisson d'ardeur impatiente parcourt les rangs et les colonnes. L'acte décisif du drame va commencer.

L'infanterie s'avance des divers points, suivant cet ordre *dispersé* qu'indiqueront, pour l'avenir, les études en cours (ordre coupé des Allemands, — Scherf), avec ses rideaux de tirailleurs en tête, et les crépitations commencent de toutes parts à déchirer le silence sinistre des minutes précédentes.

N'oublions pas que, dans ces mouvements offensifs, l'ordre de marche de l'infanterie, quels que soient les détails futurs de son organisation (révélation de l'avenir) comportera toujours trois groupes :

1° Tirailleurs (1).
2° Soutien ou gros.
3° Réserve.

Les règles d'échelonnement de ces trois groupes, en dehors des circonstances topiques, seront toujours déduites des conditions de sécurité (que l'ennemi ne puisse tomber sur un groupe en moins de temps que son soutien ne mettrait à venir à la rescousse). C'est donc une profondeur *objective* de

(1) Le général Verdy du Vernois, dans ses remarquables Études tactiques, indique pour la brigade, à l'attaque, les dispositions suivantes :

1° Les deux régiments *côte à côte* et non l'un derrière l'autre. Il vaut mieux, à ce moment, assurer l'unité du commandement en *profondeur* qu'en *front*, — ou, dirons-nous, dans un langage plus abstrait mais plus caractéristique, l'unité dans le *temps* est préférable à l'unité dans l'*espace ;*

2° Chaque régiment doit se fractionner en trois lignes :

a). *Rideau de tirailleurs ;*

b). *Soutiens*, à 250 ou 300 mètres en arrière, en colonnes de compagnies ou en pelotons, suivant le terrain ;

c). *Réserve* ou *gros*, à 300 ou 350 mètres en arrière, en colonnes de bataillons ou de compagnies, suivant le terrain.

Le général admet même, parfois, quatre lignes, dont l'ensemble donnerait une profondeur de 7 à *800* mètres. Il insiste beaucoup pour que les dernières lignes soient tenues à l'état *massé* autant que possible, dans l'intérêt de l'ordre et de la discipline.

800m à 1,000m. De là va se comprendre le rôle de l'artillerie dans la seconde phase.

L'artillerie lointaine (de corps) continue son feu, en ralentissant, s'il y a lieu; en variant quelque peu son tir et ses positions.

L'artillerie divisionnaire, dont les troupes se sont ébranlées, entre à son tour résolument en action. Une partie des batteries s'installe aux différents points de *départ tactiques* de la 2e phase et ouvre de là un feu nourri (d'obus à balles, surtout) sur l'infanterie opposée.

Avoir soin, alors, de bien choisir ses positions pour dominer le terrain et pouvoir tirer par-dessus sa propre infanterie, sans toutefois se placer derrière ses lignes (position qui rendrait *tous* les ricochets de l'ennemi fructueux), mais, autant que possible, dans les intervalles. Quant à la condition de ne prendre, en général, que l'*infanterie pour objectif*, elle est évidemment indispensable. Contre les batteries, ce serait une *tiraillerie* rarement suivie de solution, tandis que rien n'est possible aux derniers instants de l'attaque, si l'infanterie n'a point, au préalable, été ébranlée. Devant une mousqueterie intacte, il est douteux que les batteries puissent même suivre ultérieurement leur propre infanterie à l'attaque. Donc: tirer sans relâche, vivement, aux dépens même de la précision, sur l'infanterie ennemie qui cherche à se déployer et à lancer ses tirailleurs; pour la première portion des batteries divisionnaires installées vers 2,000 à 1,500m.

L'autre portion des batteries divisionnaires suit son infanterie, mais non *immédiatement*, de loin et par à-coups, s'il le faut, toujours aux plus vives allures possibles, en se rappelant cet axiôme: *l'artillerie en marche* est absolument désarmée *(imbellis)* et *en prise*. Elle est alors à son état le plus dangereux.

Les deux portions divisionnaires alternent, ensuite, et se partagent, le plus judicieusement possible, ce rôle de *démolisseurs* et d'*escorteurs*, mais en observant de s'arrêter prudemment à la zone de 1,000m à 800m, tant que rien de

caractéristique ne s'est dessiné dans le duel, et que l'infanterie ennemie se maintient. Trop près, les batteries seraient *décimées*.

Dans toute cette phase, feu *continu* et *intense*. Pas de relâche. Les batteries doivent être aussi dispersées que possible, ayant soin de *s'entendre*, toujours pour faire converger leur feu sur tel ou tel point, mais de ne jamais s'exposer, sans de forts soutiens *aux ailes*, sur *les flancs*. Elles se feraient enlever par la cavalerie (1).

Tel est le canevas du rôle de la 2e phase, où l'artillerie agit principalement par ses batteries divisionnaires. Entre-temps, l'artillerie de corps peut se joindre partiellement à elles, ou être portée en *masse* sur tel ou tel point décisif. C'est, en un mot, le moment des combinaisons les plus difficiles, mais les plus fructueuses. C'est le vrai *coup-de-feu* de la bataille.

Toute batterie qui a momentanément quelque relâche, doit se préoccuper sans cesse de refaire ses munitions, son effectif, ses attelages, le tout sans quitter son poste, à moins de crise.

Par où l'on voit, en passant, que si l'artillerie divisionnaire (de 4 batteries) devait encore, dans l'avenir, recevoir une augmentation, il conviendrait plutôt de porter le nombre des pièces (par batterie) de *6 à 8* que d'ajouter de nouvelles batteries, le nombre quatre se prêtant mieux au système de fractionnement que nous venons de signaler comme avantageux (2).

C'est apparemment à cet instant de la lutte qu'on trouvera

(1) « La position de l'artillerie, aux ailes ou en avant, est, de toutes, la plus périlleuse. » (H. Brackenbury).

(2) Quant au nombre absolu de bouches à feu qu'il convient d'avoir dans les armées modernes, nous croyons qu'il n'y a d'autres limites à indiquer que la ***maniabilité*** tant en route que sur le champ de bataille, d'une part, et les ***considérations financières***, d'autre part. Nous ajoutons, relativement à certaine méthode de calcul mise depuis ces derniers temps à l'ordre du

souvent avantage à faire faire aux soutiens, aux réserves de l'infanterie, quelques tranchées-abris, mais non continues; car cette théorie des *obstacles en front* ne doit point aboutir à l'abus et transformer un abri *momentané* (à la vérité parfois indispensable contre la pluie des projectiles d'artillerie) en refuge *permanent*. Les troupes s'y immobilisent et, dans le cas de la *défensive* même, le *contre-choc*, si utile, devient impraticable.

C'est également à ce moment que peuvent se placer les tentatives d'*attaque de flanc*, ces entreprises audacieuses de la cavalerie enlevant les batteries ou chargeant l'infanterie sur les ailes. L'artillerie légère, qui accompagne alors ces pointes de cavalerie, ne doit jamais la suivre de trop près. Elle gênerait ses mouvements dans l'attaque comme dans le reploiement. C'est le cas de rappeler que l'action de l'artillerie est toute entière dans la *projection à distance* et non dans le *heurt*.

3e phase. — (Finale.) La crise change d'aspect ou plutôt se précipite vers son dénouement. Ou l'infanterie ennemie, disloquée, se replie, ou l'inverse a lieu.

1° Attaque. — C'est alors que les masses amies, infanterie, artillerie, doivent se porter en avant. L'artillerie franchit résolument la zone qui lui était interdite et dirige surtout son feu contre les réserves qui s'avancent pour soutenir la retraite; contre les batteries, d'autre part, qui viennent à cet instant suprême aux points les plus avancés *s'embosser*

jour par quelques écrivains, méthode qui consisterait à supputer le ***maximum*** d'artillerie d'après les dimensions du front de bataille, que nous trouvons le procédé aussi peu fondé en pratique qu'en théorie. — Les batteries de toute une armée ne s'alignent point pour faire feu simultanément. Il y a, comme nous le disons dans le texte et comme on le voit dans chaque bataille, des périodes d'action variables, des manœuvres, tout un ensemble enfin de combinaisons qui n'a rien de commun avec ce ***déploiement idéal*** dont on prétendrait si singulièrement faire la base des évaluations pour l'avenir.

comme des navires, opposer l'obus à la balle, voire même, à la baïonnette. C'est l'instant de *couper le nœud.*

Alors l'artillerie de corps vient prendre la place des batteries divisionnaires (2e phase) et s'emploie *en masse* contre les troupes de secours dirigées de divers points du champ de bataille, et contre les batteries de position qui ont pris des postes défensifs. Il faut, à tout prix, briser ces dernières ressources de l'ennemi, écraser ses derniers centres de résistance. Emploi également fréquent de la cavalerie, accompagnée de l'artillerie. Tout cela *pique des pointes* sur l'ennemi irrésolu ou en retraite et prépare des trouées à l'infanterie.

Ce sont les batteries divisionnaires légères et la cavalerie divisionnaire qui accomplissent ce dernier travail éminemment utile; par où l'on s'assure que la cavalerie divisionnaire est loin de voir son rôle annulé sur le champ de bataille, et doit être conservée.

2° Retraite. — Si la fortune a été contraire et que l'on soit obligé de se reployer, le rôle de l'artillerie divisionnaire grandit, en quelque sorte, en proportion du danger. C'est elle qui recueillera, dans cette marche inverse, les colonnes repoussées; qui leur fournira des occasions et des points de ralliement intermittents; qui tiendra l'ennemi en respect et empêchera la *retraite* de tourner en *débâcle.* Sa tactique consistera à agir batterie par batterie, en échelons, et à fournir des feux continus. Le canon est alors presque aussi utile par son *bruit salutaire* que par ses effets réels. Qu'aucune batterie ne cesse donc son feu, sans qu'une autre l'ait relevée. Que chaque accident de terrain, chaque obstacle soit utilisé. C'est un travail de *cramponnement* héroïque que l'artillerie doit accomplir, même au risque de se faire enlever (1). Mais surtout qu'à ce moment, et sur ce terrain

(1) C'est le rôle qu'a su comprendre et qu'a héroïquement joué jusqu'au bout l'artillerie autrichienne à Sadowa. C'est un noble sentiment militaire, sans doute, que de vouloir sauver ses canons ; mais une batterie qui se fait enlever pour sauver une retraite n'est plus un trophée pour l'ennemi.

disputé pied à pied, la cavalerie disparaisse. Elle n'a rien à faire contre les feux dominants du vainqueur ou de l'assaillant, et une charge ramenée jetterait le désordre dans les rangs de la retraite. Le moins de *chevaux possible* dans ce moment critique. L'infanterie doit être alors la seule escorte des canons restés en présence de l'ennemi.

RÉSUMÉ. — Les trois phases peuvent se résumer de la manière suivante :

1re phase. — *(3,500 à 2,000m.)* Action dominante et presque exclusive de l'artillerie. L'infanterie prépare *sa bataille* et n'exécute que des mouvements.

2e phase. — *(2.000 à 800m,)* Action combinée de l'artillerie et de l'infanterie (par ses tirailleurs). C'est la préparation du choc. Les deux adversaires cherchent à s'entamer, à produire des *trouées.*

3e phase. — *(800m.)* Action dominante de l'infanterie dans l'attaque, de l'artillerie dans la défense (retraite). Toutefois, les deux armes coopèrent.

Cet exposé nous semble répondre à la fois aux conditions générales de la lutte et à la spécialisation rationnelle des deux armes principales. Chacune y trouve l'exercice de ses facultés dans le champ qui lui convient. Les grandes distances et l'action *d'écrasement* à l'artillerie. *Les petites distances* et l'action de *perforation* à l'infanterie.

c) ANALYSE DE L'EXÉCUTION.

Critique de détail.

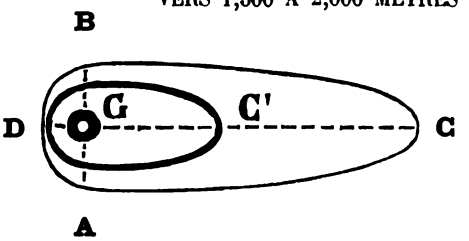
Il s'agit actuellement d'examiner diverses questions complémentaires, telles que les modes de marche et de *mise-en-batterie* ; le genre de *projectiles approprié à chaque cas ;* le genre de fusées, etc.

Marches et mises en batterie. — Dans la majeure partie des cas des deux premières phases, l'artillerie n'a à craindre que les projectiles de l'artillerie. Ces projectiles sont tous creux (explosifs), agissant, soit par gerbe *descendante* (fusée fusante), soit par gerbe *rasante* (fusée percutante). Il est nécessaire de tenir compte des dimensions et des formes générales de ces gerbes, pour conclure quelque chose de positif relativement aux ordres de bataille et de marche.

Partons des dimensions moyennes-types généralement constatées et admises, sauf variations secondaires.

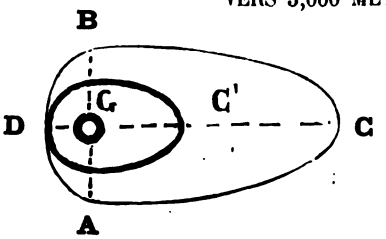
Elles sont les suivantes :

VERS 1,500 A 2,000 MÈTRES (1).



AB = 250m.
CD = 400 à 500m.
C'D = 200m.

VERS 3,000 MÈTRES.



AB = 250m.
CD = 350 à 400m.
C'D = 150m.

LÉGENDE.

G. — Centre de gravité de la gerbe sur le sol.
DC'. — Petit oval marquant la surface *mortelle*.
DC. — Grand oval marquant la surface *dangereuse*.

(1) A partir de *900* mètres, la gerbe des obus à balles comporte, à peu près, le développement suivant :

Longueur moyenne (CD), *500* mètres.

Largeur moyenne (AB), *350* à *400* mètres.

Il convient d'observer qu'en général, et pour la largeur surtout, ce ne sont

		1,500 à 2,000m	—	3,000m
Ecarts en	portée :	de 20 à 25m	—	de 35 à 40m
	direction :	de 2 à 3m	—	de 4 à 6m

(*Voir* la *Revue* de juin 1873. Derniers essais de 3 canons de 4.)

Traits saillants :

Gerbe beaucoup plus *longue* que *large*, mais se rapproche du cercle aux grandes distances (à cause des vitesses restantes moindres). *Noyau central G* dangereux, de dimensions linéaires moitié moindres. *Ecarts en direction*, le dixième, à peu près, des *écarts en portée.*

Donc :

En marche, ligne la plus mince possible, puisque sur une, deux, trois files, la batterie serait toujours, dans toutes ses dimensions, comprise (noyée) dans la gerbe. Il est clair alors qu'il vaut mieux ne couper la gerbe que sur le moins de lignes possible. En un mot, marcher en colonnes par *un* dans les marches directes. Cette disposition sera également favorable aux marches obliques, et nous trouvons déjà, chez un grand nombre d'écrivains militaires, une tendance fortement accentuée à la recommander également pour l'infanterie.

En batterie, avoir le moins de profondeur possible et ne pas éviter de se déployer en front. Si l'on est atteint par une plus grande partie de la gerbe, on lui présente moins de points vulnérables. Ne pas tenir les réserves en arrière (sinon à une très-grande distance (6 à 700m), mais plutôt sur les flancs (et même à la hauteur du front de la batterie) qu'en retrait sur celui-ci. (Dispositions en apparence paradoxales, mais qui se justifient à l'examen.) Il y aurait peut-être une

guère que les éclats de l'obus dont la dispersion atteint les limites extrêmes. Les balles, pour des raisons que nous ne pouvons développer ici, sont plus ramassées. On peut leur assigner les limites de *400* mètres (longueur) et de *200* mètres (largeur). — D'où nos moyennes *compensées* de *450* et de *250* mètres.

exception à l'*ordre mince* aux grandes distances, où des écarts en portée considérables peuvent dépasser, en longueur, le noyau central et laisser, dès-lors, la batterie en dehors de la gerbe.

Mais, en général, et sauf les détails de disposition, rechercher constamment les *ordres minces* qui n'offrent à la gerbe que des lignes isolées à couper. Aux grandes distances seulement, l'ordre en *noyau compact* peut être parfois préférable à cause des *grands écarts*.

D'où :

En marche — (colonnes *minces*, par un).

En batterie — (ligne mince et dispersée, sauf quelques cas de grandes distances).

Nous ajouterons que, pour les tirs tout-à-fait lointains, tels que ceux des portées extrêmes des canons de campagne de l'avenir, vers 3,500 à 5,500m (*Un député français signalait à la séance du 13 juin 1873 le canon Whitworth portant à près de 9,000 mètres avec un écart de 5 à 6 mètres*. Il y a exagération de tribune, mais....), que pour ces portées, disons-nous, où l'angle de chute est considérable, où le projectile fait infailliblement *fougasse*, il ne faut plus redouter mais rechercher, au contraire, les *ordres ramassés*, qui deviennent sans danger et ont, en outre, l'incontestable avantage de n'offrir que des objectifs réduits de dimensions.

Toutes les fois que l'artillerie sera le point de mire de la mousqueterie, comme dans les 2e et 3e phases, elle n'aura d'autre moyen de se garer avec quelque chance, que par les lignes les plus minces en marche, et par l'ordre le plus dispersé *en batterie*.

Mais il faut bien avouer que des feux d'infanterie, à bonne portée, sur une batterie, ont une action mortelle pour cette batterie.

Genre de projectiles à employer. — Pour la première phase, où le tir a lieu à de grandes distances (relativement) et s'exécute contre des objectifs dont la nature peut varier d'un moment à l'autre : tantôt des colonnes d'infanterie,

tantôt des colonnes de toutes armes; ici des batteries en marche, là des batteries en position et faisant feu. Pour ce tir, en un mot, dont les effets *contondants* seront aussi souvent nécessaires que les effets *explosifs*, le projectile tout indiqué nous paraît être l'*obus ordinaire*. C'est lui qui sera le plus propre à bouleverser les retranchements provisoires, les postes fortifiés (villages, fermes), où s'abritent les réserves. Et comme, enfin, rien n'est négligeable à la guerre, ajoutons que c'est avec l'obus ordinaire qu'on réalisera le plus sûrement cet effet moral produit par le seul bruit de l'explosion, et qui constitue incontestablement une compensation réelle à l'insuffisante précision de ce genre de tir lointain. Ne sait-on pas que le *bruit du canon*, comme le *sifflement des balles*, ayant leur action propre sur les sens, réagissent sur le moral, et ne sont rien moins que de vaines métaphores?

L'obus à balles ne saurait être, bien entendu, absolument proscrit dans cette phase de la bataille. L'emploi doit en être toutefois fort restreint, non point par manque d'efficacité absolu, mais en raison des difficultés presque insurmontables qu'on rencontre pour se procurer les moyens techniques propres à utiliser ce genre de projectiles. On veut parler surtout de la fusée (1). Dans ce tir lointain, en effet, les durées de trajectoire (de 8 à 15 secondes) rendent fort problématique, d'une part, l'emploi de la *fusée fusante*, déjà si compliqué par lui-même ; et les angles de chute, d'autre part (de 10° à 16°), conduisent, avec la *fusée percutante* placée sur un obus d'aussi faible force explosive que l'obus

(1) Les nouveaux canons de 4, ainsi que les canons de Woolwiche, Vavasseuc, et le canon de 7, ont sensiblement, en moyenne, les éléments de tir suivants :

DURÉE DE LA TRAJECTOIRE.		ANGLES DE CHUTE.	
2,500 mètres..	8 à 9 secondes.	2,500 mètres..	8 à 9°.
3,000 — ..	12 —	3,000 — ..	12 à 14°.
3,500 — ..	14 à 15 —	3,500 — ..	15 à 18°.

à balles, à des éclatements enterrés, à de véritables *fougasses* dont la puissance destructive ambiante est à peu près nulle. L'exclusion de l'obus à balles à ce moment n'est donc point une exclusion absolue, mais toute relative, et dont les progrès ultérieurs peuvent modifier le caractère actuel.

Pour la 2e phase, il ne saurait y avoir ambiguïté. On a surtout à agir contre des hommes, et exceptionnellement contre des batteries. La gerbe de balles et d'éclats de l'*obus à balles* est donc ici le moyen de destruction par excellence. Si l'on réfléchit, en effet, que le *shrapnell* donne, à calibre égal, 3 à 4 fois autant de petits projectiles (90 à 100 au lieu de 20 à 25); que la majeure partie de ces projectiles sont de forme régulière (sphérique), de densité supérieure (plomb), toutes circonstances favorables à la conservation de la vitesse; que la force explosive, enfin, limitée au strict nécessaire pour *ouvrir* l'obus, n'amoindrit l'intensité de la projection en avant par aucune action latérale parasite ; on n'hésitera point à voir dans l'obus à balles le projectile éminemment approprié à la lutte de l'artillerie contre l'infanterie et en général contre les hommes et les animaux. Ceci est d'autant plus vrai que la tactique de l'infanterie, dans la 2e phase, comporte principalement l'ordre en tirailleurs, en lignes coupées, en un mot, le *fractionnement persistant* des masses.

Pour la 3e phase, enfin, rien de précis, ou plutôt rien de *systématique* ne peut être formulé. Le tir et l'action qu'on se propose d'en obtenir y seront toujours trop étroitement subordonnés aux circonstances de la lutte, pour qu'on soit en mesure de poser même de rares jalons indicateurs. N'aura-t-on pas, en effet, tantôt à balayer des masses d'infanterie, tantôt à repousser des essaims de cavaliers; ou bien aussi, le plus souvent, à raser, à détruire, par l'écrasement ou par l'incendie, les points fortifiés (fermes, villages, etc.) auxquels l'ennemi se cramponnera dans sa retraite? Voilà, certes, un ensemble de besognes fort variées, fort complexes, dont la seule énumération suffit pour impliquer à cette période de la bataille un emploi simultané des deux et

même des *trois* genres (incendiaires, 3e genre) de projectiles dont dispose l'artillerie de campagne.

Les considérations sur l'appropriation et le choix des projectiles pourraient, en quelque sorte, se résumer dans cette espèce d'aphorisme :

Contre les *hommes et les animaux.* — *Balles.* Obus à balles.

Contre les *corps durs.* Matériel, murailles. — *Obus contondants explosifs.*

Contre les *terrassements, pisés.....* — *Obus explosifs* (fougasses).

Cela indiquerait trois genres de projectiles au moins (sans compter les incendiaires proprements dits). Mais une telle complication, admissible dans les équipages de siége, ne saurait être introduite, suivant nous, dans les équipages de campagne ; il convient de s'y contenter des deux espèces actuelles : *Obus à balles, Obus ordinaire.* D'autant plus qu'avec les tendances visibles à l'allongement progressif des projectiles, ces derniers auront des capacités intérieures assez considérables pour leur permettre de jouer à la fois, assez convenablement, les deux rôles de *contondants* et d'*explosifs* (fougasses). Mais si nous nous en tenons à la simplicité relative actuelle, ce n'est qu'avec la réserve expresse que les proportions respectives des deux genres d'obus soient notablement modifiées ; que l'*obus à balles* soit enfin considéré, en principe, comme le *projectile dominant* de l'artillerie de campagne, au moins pour les batteries divisionnaires. Nous indiquerions comme proportions, sinon définitives, au moins transitoires, les données suivantes :

	Obus à balles	—	Obus ordinaires
Batteries de corps.....	1/3	—	2/3
Batteries divisionnaires.....	2/3	—	1/3

Remarque. — Nous ajouterons, à titre de renseignement complémentaire, le résumé des résultats recueillis dans les dernières expériences (Calais, Bourges, etc.) sur le tir des

obus à balles (1872-73). Ils montreront mieux encore quelle est la haute valeur actuelle de cette espèce de projectile, qu'on a certainement tenue jusqu'aujourd'hui trop à l'écart, dans l'artillerie française au moins.

1° L'obus à balles peut être, avec les nouvelles pièces dont les vitesses initiales dépasseront 400m, utilisé jusqu'à 3,000m et même 3,500m. Dans cette région, en effet, la *vitesse restante* sera encore de 220m, c'est-à-dire au moins égale à ce qu'elle est actuellement pour l'obus de 4 dans la région de 1,400 à 1,500m.

Nous verrons, plus bas, quels genres de fusées seraient le mieux appropriés aux différentes étapes de ce vaste champ de tir.

2° Les proportions de la gerbe, attentivement observées, semblent être, en moyenne, les suivantes :

Jusqu'à 900 mètres	longueur totale — de 6 à 700m		
	largeur totale	éclats	400m
		balles	200m
Au-delà de 900 mètres	longueur — de 500 puis 400m		
	largeur — s'épanouit relativem^t		

Angle d'ouverture du cône : de 12° à 14°.

3° Comme efficacité, on l'a comparé (à Calais et à Bourges) à l'obus ordinaire, et (en Prusse) au fusil Mauser.

Par rapport à l'*obus ordinaire*, un tir à 1,600m (bonne distance de combat de la 2e phase) a montré que l'obus ordinaire produit *deux fois* moins d'effets meurtriers que l'obus à balles.

Par rapport au *fusil Mauser*, l'épreuve a été la suivante :

Tir à *600*m et à *830*m pendant 20 minutes.

Fusil.	Canon (à shrapnell).
210 fusils à 5 coups par minute, soit : *21,000* balles. Ont touché : *200* balles = *1*%	Une batterie à 2 coups par minute = 240 coups. — 240 × 80 = *19,200* balles. Ont touché : *1,200* bal^es = *6*%

D'où, à poids égaux de métal projeté, l'obus à balles serait

environ *quatre à cinq* fois plus meurtrier que le fusil (en temps égaux).

4° Ajoutons, enfin, que les objections faites souvent à propos de la prétendue complication de l'obus à balles comme fabrication, ne sont que spécieuses, au moins pour le type français. Il a été reconnu, en effet, par les commissions de Bourges et de Calais (ainsi que nous l'avons dit souvent nous-même (1), que les précautions prises par diverses puissances pour le chargement intérieur du projectile, sous prétexte d'assurer la solidité et de prévenir le contre-effet (de ralentissement, attribué à la charge explosive), que ces précautions, coûteuses à la vérité et compliquées, sont au moins inutiles. Le contre-effet de la charge n'arrive pas, quelle que soit la disposition de cette charge, à diminuer la vitesse des balles de 20 à 25 mètres, ce qui est véritablement insensible, en regard d'un chiffre minimum de vitesse restante de plus de 200 mètres. Et, quant à la solidité du chargement, elle est suffisamment assurée par les dispositions simples du système français. De ce côté donc, la question se trouve définitivement *débarrassée* d'arguments dont on a trop longtemps surfait la valeur.

Il est désirable que cette appréciation plus exacte d'un projectile trop peu connu, soit le plus largement vulgarisée et ne reste point le monopole de quelques commissions d'expériences.

Choix des fusées. — Inutile et inopportun de reprendre ici la discussion du parallèle entre les fusées *fusantes* et les fusées *percutantes*. Inutile, parce que ce sujet est actuellement familier à tout artilleur. Inopportun, parce que cette étude doit rester en dehors des considérations techniques.

Je rappelle seulement quelques principes généraux, que je

(1) Voir notamment notre brochure *Examen de conscience d'un Artilleur* (Alger, 1872.)

considère comme règles de tir indépendantes des qualités spéciales propre à tel ou tel type de fusée.

Pour le tir des deux dernières phases, dont l'amplitude maximum peut atteindre, on vient de le dire, *2,000* mètres et exceptionnellement *2,500* mètres, emploi à peu près exclusif de la *fusée percutante* avec les deux genres de projectiles. Il conviendrait mieux, sans doute, de ne *jamais tirer l'obus à balles qu'avec fusée fusante* (à temps); mais les difficultés diverses que suscite l'emploi de ces artifices, notamment : *Réglage des durées de combustion. Impossibilité de régler et de rectifier le tir par la chute des obus*, conduisent ici à une de ces situations où, suivant l'adage « de deux » maux, il faut choisir le moindre. »

L'éclatement au choc, surtout sur les terrains plus ou moins meubles des champs de bataille, est assurément peu favorable à la projection des balles qui perdent à ce choc une portion de vitesse restante. Mais si l'on observe que, dans cette région, les angles de chute sont encore très-faibles (6°, 7°, 8°), les vitesses restantes passablement considérables (250 à 260^{m}), on reconnaîtra, ce que les expériences ont d'ailleurs démontré, c'est que l'obus à balles armé d'une fusée percutante n'est guère inférieur, jusqu'à *2,000*^{m}, au même obus muni d'une fusée fusante *si bien maniée* soit-elle, et qu'en regard d'une fusée fusante médiocre, les avantages *de la fusée percutante sont incontestables.*

Donc, jusqu'à *2,000*^{m} environ, emploi exclusif de la fusée percutante. Mais nous ajoutons qu'il faudrait absolument organiser un type de fusée tel qu'au moment du tir, la préparation exigée fût à peu près nulle et n'entraînât point à des manipulations minutieuses et délicates. Problème à résoudre (non irrésoluble).

Au-delà de *2,000 et 2,500*^{m}, c'est-à-dire pour la 3e phase, il faut *absolument* se résigner à l'emploi dominant de la fusée fusante (1). A ces distances, les projectiles de toute nature

(1) On sait qu'une circulaire ministérielle récente (2e semestre 1873) vient de mettre à l'étude la question de la *fusée percutante exclusive*. Ainsi

qui viennent à toucher le sol ne produisent plus guère qu'un effet de fougasse inoffensif partout ailleurs qu'au point de chute. Nous ne nous dissimulons pas les difficultés du problème, mais il n'y a point, suivant nous, à l'éluder.

Nous tiendrions, en conséquence, les dispositions suivantes de chargement des coffres comme les plus rationnelles :

Coffre de pièces légères 45 coups	30 obus à balles	20	avec fusée	percutante
		10	—	fusante
	15 obus ordinaires	10	—	percutante
		5	—	fusante
Coffre de pièces lourdes 30 coups	10 obus à balles	5	—	percutante
		5	—	fusante
	20 obus ordinaires	10	—	percutante
		10	—	fusante

limité, le problème nous paraît incomplet. L'absence de la *fusée fusante* pour le tir de campagne, aussi bien que pour le tir de siége, serait toujours, suivant nous, une lacune grave.

NOTE *a*

relative aux approvisionnements en munitions de l'Artillerie et à leur consommation de guerre.

Voici, d'après un numéro de mai de la *Revue militaire de l'Etranger*, quelques renseignements intéressants sur l'artillerie allemande de la guerre de 1870-71 (*artillerie de campagne*) :

1° Les *Prussiens* avaient	de calibre léger (8c)	816 canons
	de gros calibre (9c)	528 —
	Total	1,344 canons

Ces canons ont tiré :

Les canons légers, 160,849 coups, soit 196 coups par pièce.
Les canons lourds, 107,126 coups, soit 203 coups par pièce.

Total... 267,975 coups.

Une moyenne de 198 coups par bouche à feu.

2° Les *Bavarois* avaient, en somme, *260* canons.

Ces canons ont tiré 56,211 coups, soit une moyenne de *260* coups par bouche à feu.

3° Les *Saxons* avaient 128 canons, qui ont tiré une moyenne de *162* coups par bouche à feu.

Les renseignements manquent pour l'artillerie *wurtembergeoise.*

Il résulte de ces documents, que la moyenne générale des coups tirés par toute l'artillerie de nos ennemis, pendant cette guerre de *six mois,* dépasserait *200* coups par pièce. Or, le million de combattants qu'ils ont employé contre nous, s'est trouvé fractionné, suivant les circonstances et les époques, en un nombre d'armées, variant de *trois* (au début) à *six* ou *sept.* En admettant que le nombre de batailles, combats ou simples engagements, pour *chaque* groupe, puisse se traduire ou se résumer dans *quatre* ou *cinq* grandes batailles, on ne sera pas loin de la vérité. Cette supposition, ou plutôt cette supputation, ferait donc ressortir à *50* coups par bouche à feu le nombre de munitions consommées dans chaque bataille. C'est la moyenne que nous avons adoptée, et pour laquelle nous ne saurions trouver une meilleure justification.

A ces chiffres, nous nous sommes trouvé, par divers renseignements ultérieurs, en mesure d'en ajouter d'autres également relatifs aux principales campagnes des guerres modernes.

En 1866 :

L'artillerie prussienne, composée de *900* bouches à feu (dont 342 pièces lisses, soit 1/3 passé), a tiré environ *36,000* coups, soit environ 40 coups par bouche à feu. C'est encore notablement moins que dans les campagnes suivantes, puisque cette courte lutte de 1866 a dû cependant être pour chaque pièce au moins l'équivalent de *2* batailles. L'artillerie autrichienne, pendant la même campagne, composée, il est vrai, exclusivement d'artillerie rayée, avait notablement dépassé cette moyenne et atteint presque le double.

Si l'on remonte enfin jusqu'à la campagne d'Italie de 1859, on ne trouve plus, pour l'artillerie autrichienne (lisse alors) qu'une moyenne de 25 coups tirés par pièce.

Citons encore quelques chiffres de différentes batailles du premier empire :

Artillerie prussienne.	Nombre de coups tirés par pièce.
Bautzen	56
Dresde	16
Ligny	47
Belle-Alliance	41
Artillerie autrichienne.	
Aspern et Esslingen	184
Leipzig	200

La même source allemande (*Militœr-Wochen-blatt*) nous donne un seul renseignement à l'égard de la consommation en munitions d'infanterie.

Le corps bavarois aurait, suivant le rapport d'un officier d'artillerie de Munich (cité par cette feuille), consommé pendant toute la campagne de 1870-71, un total de *2,050,260* cartouches. Cela ne doit pas s'écarter de *80* à *90* cartouches par fusil, et rentrerait, en somme, dans la limite de nos évaluations.

On lit enfin, dans le réquisitoire du général Pourcet (procès Bazaine, décembre 1873), qu'il fut consommé à Rezonville, 16 août :

26,000 obus, soit *60 à 70* par pièce.

Un million de cartouches, soit *25* environ par fusil.

NOTE *b*

sur l'organisation d'un système de *DÉFENSES ÉLOIGNÉES* pour les places.

La *Poliorcétique*, avec tout ce qui s'y rattache, constitue une science remise actuellement tout entière sur *le chantier*. Nul doute que la double invention du canon rayé et de la locomotive à vapeur ne soit, pour les places modernes, un événement tout aussi considérable que l'apparition de la poudre et du canon ne le fût pour les châteaux-forts et les villes *rempardées* du Moyen-Age.

Les traits les plus saillants de l'évolution, déjà ébauchée ou logiquement présumable, sont ceux que nous avons itérativement et à dessein indiqués dans le texte :

Pour le canevas *géographique* des systèmes défensifs.	Distribution et répartition des centres fortifiés, combinées avec les grands réseaux de voies ferrées ; Création de grandes *gares militaires d'embarquement* (pour des corps d'armée entiers) et de *stations de ravitaillement* convenablement espacées.
Pour l'assiette, le tracé et l'organisation des places.	Emploi des forts détachés. Méthodes nouvelles de *défilement*. Substitution de la terre et du fer à la pierre.

C'est cette organisation défensive des places que nous voulons examiner ici avec quelques détails spéculatifs, et pour laquelle nous soumettrons à l'appréciation du public compétent l'application d'un système nouveau, ou plutôt de quelques éléments nouveaux dans les pratiques du métier.

Nous voulons parler, en premier lieu, d'un système de *tourelles en fer montables et démontables*, qu'il y aurait lieu, suivant nous, de substituer dans un grand nombre de cas, aux forts détachés, ou d'installer dans les principaux ouvrages avancés du corps de place. Nous avons déjà parlé, ailleurs (1), de ce genre de constructions et nous ne pouvons mieux faire que de répéter ce que nous en disions dans une brochure de 1871.

. . . . . .

« Puisqu'il est impossible de *cuirasser* une place et ses dehors d'une manière complète et permanente; puisqu'on enfouirait dans un tel travail un capital énorme, absolument stérilisé pour des années, pour des siècles; pourquoi persisterait-on à immobiliser ainsi naïvement, en chaque point d'une escarpe, la masse de métal, destinée à la couvrir pour un temps limité seulement? Pourquoi répéter cette mesure ruineuse, non-seulement, sur tous les points importants d'une même enceinte, mais encore sur les enceintes de toutes les places, de tous les forts isolés? »

« Il y a dans cette hypothèse de traiter le fer comme la pierre, de manipuler et d'implanter *à poste fixe* ce métal éminemment maniable et transportable, une anomalie qui choque de prime-abord, et qui suggère de tout autres combinaisons. Combien ne serait-il point plus logique, en effet, d'avoir tout simplement un approvisionnement de plaques usinées d'avance, un véritable système mobile, *montable et démontable* à volonté, susceptible de comporter, au moment du besoin et seulement dans les lieux où cela deviendrait nécessaire, un *applicage* rapide et approprié aux circonstan-

(1) *Examen de conscience d'un Artilleur* (Saint-Lager, éditeur. Alger. 1872.)

ces? *Tant* de plaques pour les murailles d'escarpes. *Tant* de plaques ou de systèmes, pour les batteries des forts. *Tant* de tours cuirassées mobiles, etc. »

« A propos de ces tours cuirassées, nous voudrions voir poursuivre sur une plus large échelle, la voie dans laquelle on vient d'entrer trop tardivement par l'adoption, ou plutôt par l'essai des *locomotives cuirassées*. Cette remarquable invention n'en est encore, il est vrai, qu'à son début, à sa période de tâtonnements. Mais il n'en est pas moins démontré, dès aujourd'hui, que, grâce à l'état de l'industrie, aux ressources des arts mécaniques, la manœuvre de ces formidables machines est devenue chose possible, et que leur transport, à des distances relativement modérées, n'a rien d'inabordable dans la pratique. »

« Pourquoi, dès-lors, n'utiliserait-on point ces précieuses données pour le problème qui nous occupe? Pourquoi ne pas doter nos grandes places, non plus de ces dispendieux échiquiers de forts et de fortins *permanents*, aussi onéreux à entretenir qu'insuffisants au moment du besoin, mais de systèmes *mobiles*, de tours cuirassées, venant se disposer, au jour du danger, absolument comme les autres éléments de l'armement, canons, plates-formes, etc., et tenues, pour le surplus, pendant la paix, en réserve emmagasinée? »

« Cette fortification *volante* aurait le double avantage de n'être organisée que pour une fraction seulemet des places à défendre, puisque toutes ne seraient jamais attaquées à la fois, et de n'exiger, en outre, des efforts et une dépense réelle que pour le moment de l'action. Ce serait une *armée de fer* économiquement remisée pendant la paix, mais toujours prête pour la guerre. »

« On ne s'attend point que nous prétendions entrer ici dans les détails d'organisation. Nous faisons une ébauche et nous ne traçons que les grandes lignes. Ces tours seraient construites de manière à pouvoir abriter une ou deux pièces de fort calibre avec leurs munitions, ainsi que le personnel nécessaire avec des provisions de bouche pour un temps déterminé. Nous croyons, d'ailleurs, qu'il n'y a pas lieu de

s'effrayer des poids considérables auxquels conduirait un semblable aménagement. En évaluant à *150* tonnes le poids des plus grands modèles, on croit être, même dans l'hypothèse de 10 à 12 centimètres pour l'épaisseur des plaques, au-dessus des limites les plus exagérées. Qu'on se représente dès-lors chacune de ces masses, à la vérité fort imposantes, divisée en *dix ou douze* compartiments séparés avant le montage et l'on voit que les poids à transporter ou à mouvoir rentreraient dans les conditions où nos moyens mécaniques ordinaires sont susceptibles de résoudre toute difficulté. »

« Dans l'hypothèse de la réalisation d'un semblable système, chaque place serait pourvue, à l'état permanent, et dans la région des attaques, c'est-à-dire à 4 et 5 kilom. de son enceinte, d'un certain nombre de plates-formes convenablement disposées pour recevoir notre fortification volante. Dès que l'*état de guerre* serait déclaré, toutes les mesures seraient prises pour le transport et pour l'installation convenable de nos *citadelles mobiles*. C'est ainsi que nos grands centres militaires, ceux dont la résistance assure l'indépendance et l'honneur du pays, seraient, en temps opportun, pourvus d'une avant-garde bien autrement formidable, et cependant moins onéreuse, que les forts maçonnés restés chers à la tradition. C'est alors seulement que les populations pourraient sérieusement espérer être affranchies de ce permanent cauchemar des incendies et des bombardements. »

« Tel pourrait être, pensons-nous, le moyen le plus pratique de substituer *le fer à la pierre* dans nos places de guerre, et de faire pour l'avenir de la fortification sérieuse. »

. . . . . .

Ces lignes que nous écrivions, il y a quelques années, nous les maintenons aujourd'hui avec d'autant plus de raison que chaque effort accompli, chaque résultat obtenu journellement dans la voie des investigations techniques, viennent confirmer nos prévisions ou nos postulatums.

Ici, la marine, dans tous les Etats, s'enrichit d'engins et

de machines formidables. Le monitor à *sabords* cède la place au bâtiment à *tourelles;* et pour s'attaquer à des cuirasses dont les épaisseurs sont progressivement montées de *10 cent. à 30 cent.*, les calibres de canons suivent une échelle ascendante dont il serait presque téméraire d'assigner les limites. Les belles créations des types de la marine française de *24c et de 27c* sont aujourd'hui dépassées par le canon de *35 tonnes* (*32c*) des Anglais et appellent également chez nous le type de *32c* qui ne sera peut-être pas, lui-même, le dernier de cette gigantesque famille.

Là, ce sont les armements de terre eux-mêmes qui se voient, peu à peu, dotés des nouvelles machines et des formidables engins d'abord exclusivement réservés aux bâtiments cuirassés. Partout se discute et s'étudie, pour les places du littoral comme pour celles de l'intérieur, l'important problème des cuirasses, des tourelles, des coupoles tournantes, etc. (1). Nul doute que bientôt les méthodes sérieuses et pratiques ne se dégagent de ces nombreuses investigations et que plus d'une grande puissance ne nous montre sous peu des types plus ou moins remarquables de ces *oppidums* modernes.

C'est avec cette conviction que, persévérant dans l'ordre d'idées exposé plus haut, nous joindrons ici, à titre d'ébauche,

(1) Une instruction ministérielle du 19 juillet 1872, relative à l'organisation de la ***défense des côtes***, parle déjà, pour les grands ports et arsenaux, de ***batteries à tourelles*** et de canons de 32c.

Les Prussiens, de leur côté, nous sont signalés, dans leurs travaux autour de Metz, comme recourant en plusieurs positions à l'emploi des ***batteries à tourelles*** et des ***coupoles tournantes***. (***Revue militaire*** du 26 août 1872.) De même pour l'armement et la défense des côtes de la mer du Nord et de la Baltique. Après avoir consacré des millions de thalers à la construction du grand port militaire de Wilhelmshafe, sur la Jahde (grand-duché d'Oldembourg), le nouvel empire allemand n'hésite point à prodiguer d'autres millions pour la création d'un système de forts cuirassés et de tourelles, sur toutes les embouchures de ses fleuves : l'Ems, le Weser, l'Eider, l'Elbe. Les forts du Weser seront, paraît-il, surtout remarquables par leurs tourelles de fer. Le ***Rhin*** lui-même va avoir, dit-on, sa flottille cuirassée.

quelques détails des dispositifs auxquels nous avons été progressivement conduit par l'examen attentif des moyens et des matériaux actuellement disponibles.

TOURELLES MOBILES DÉMONTABLES.

Les tourelles *décomposables*, dont nous venons de parler, doivent répondre à trois conditions de première importance: Elles doivent comporter un montage et un démontage relativement rapides. Présenter les propriétés offensives et défensives d'ouvrages sérieux. Offrir, enfin, à leur petite garnison un casernement pratique.

Le premier point, auquel nous avons déjà incidemment touché, est un problème exclusivement mécanique ou technique. Décomposer l'ensemble en un nombre convenable de parties suffisamment légères pour pouvoir être voiturées sur les trucks des tramways. Trouver pour l'agencement des combinaisons qui permettent la manipulation de toutes les pièces à l'aide des machines ordinaires de manœuvre, telles que grues (portatives), chèvres, crics, etc., nous ne voyons rien là qui soit de nature à tenir en échec les investigations de praticiens laborieux. Les tourelles de navires, les *revolving-turretts* que les Angleis établissent déjà ou projettent pour leurs grands ports, nous fournissent, dès aujourd'hui, des types, non point accomplis, mais sérieusement étudiés et susceptibles d'épargner à nos propres recherches bien des tâtonnements. Si nous voyons, par exemple, sur les bâtiments cuirassés récemment construits, comme sur le fameux type anglais *le Thunderer*, le plus formidable spécimen de tourelle qui ait encore été exécuté, s'élever à un poids total d'environ *300 tonnes;* si nous voyons, disons-nous, un tel ouvrage, avec ses cuirasses de *30 cent.* d'épaisseur, avec ses deux canons de *30 à 35 tonnes*, s'élever sur le pont d'un navire et ne réclamant, pour son installation, qu'un espace

de *80 mètres* carrés au plus (1); n'est-il point naturel de présumer, pour notre système, des difficultés beaucoup moindres; de lui attribuer, en un mot, un caractère de simplicité relative d'autant plus incontestable, qu'avec des poids infiniment plus modestes, on se trouve moins limité par l'espace disponible sur la terre-ferme que sur le navire.

Nos tourelles, en effet, qu'on ne l'oublie point, ne doivent lutter que contre une artillerie, dont les plus forts calibres dépassent rarement en poids *8 à 10* tonnes. En les supposant donc armées de deux canons semblables, et pourvues d'une épaisseur de cuirasse de 10 à 12c plus que suffisante pour résister au tir éloigné de l'assiégeant; en leur assignant, d'autre part, un diamètre moyen de 12m qui donnera tant à la petite garnison (d'une vingtaine d'hommes) qu'au matériel un espace libre de plus de 100 m./q.; il n'est point présumable que le poids de l'ensemble (moins les canons, bien entendu) dépassera 100 tonnes. Rien de plus simple, dès-lors, que de concevoir une décomposition du système, telle que le poids de chaque élément se trouve en rapport avec les moyens de transport admissibles sur les tramways. On sait que la force tractive du cheval se trouve à peu près décuplée sur le rail en fer, et qu'un fardeau de 10 tonnes n'est point exagéré pour un animal ordinaire. Le transport d'une tourelle et de ses attirails exigerait donc un convoi d'une quinzaine de voitures séparées, mais dont on ne formerait, bien entendu, qu'un seul train, dans l'hypothèse également réalisable, où chaque place disposerait d'un certain nombre de petites locomotives spéciales pour son armement. Quant à l'opération du montage des diverses pièces, dont le poids maximum ne dépasserait point 10 tonnes et pourrait d'ailleurs être tenu à des limites plus faibles suivant qu'on le jugerait opportun, elle ne laisse évidemment prévoir aucune manœuvre qu'on

(1) Voir la *Revue coloniale et maritime*, numéros de juin et juillet 1872. Les deux tourelles du Thunderer ont chacune environ *10* mètres de diamètre intérieur et pèsent, chacune avec son attirail, *296* tonnes.

ne soit en mesure d'exécuter avec les machines couramment en usage dans les chantiers de l'industrie.

Nous pensons, d'ailleurs, qu'un tel ouvrage, solidement installé sur une plate-forme spéciale, couvert par sa cuirasse sur toute l'étendue de ses parois, n'offrant à l'assaillant d'autre prise que les embrasures de ses deux canons et quelques créneaux de mousqueterie; nous pensons, sans crainte de porter un jugement téméraire, que notre système de tourelle se trouve aussi puissamment organisé pour la défensive que pour l'offensive, et qu'il n'a point à appréhender les coups de main ou les surprises plus qu'il ne redoute la lutte d'artillerie.

Nous ne sommes point, toutefois, sans prévoir quelques-unes des objections sérieuses auxquelles ne saurait évidemment échapper notre proposition. Nous essaierons d'y répondre, dans la mesure de nos convictions, avec le seul désir d'éclairer la discussion, et sans prétendre surtout à une infaillibilité téméraire dont nous serions les premiers à répudier l'impertinente velléité.

Cette idée, dira-t-on, de petits forts mobiles montables et démontables à volonté, peut être séduisante au point de vue spéculatif. En pratique, elle ne serait qu'une illusion funeste. S'il est admissible, en effet, que ces ouvrages puissent s'installer et convenablement s'organiser dans le moment de répit qui précède les premières attaques, n'est-il point évident que l'opération inverse, le *reploiement,* dans le cas d'une supériorité acquise par l'assiégeant, en face de sa marche progressive, serait la moins contestable des chimères; que l'ouvrage tomberait dès-lors, de toutes pièces, entre les mains de l'ennemi, et qu'on aurait ainsi travaillé à lui procurer, soi-même, une arme redoutable?

Oui, répondrons-nous, telle serait l'issue presque toujours présumable d'une attaque vigoureusement poussée, et ces prévisions n'auraient, en vérité, eu égard à la marche des siéges ordinaires, rien que de fort motivé et de conforme à l'expérience du passé. Mais tel n'est point le cas particulier envisagé, et ce n'est point ainsi que nous concevons le rôle

de nos tourelles dans la défense. Elles ne doivent, en effet, engager et soutenir la lutte qu'à de grandes distances. Leur invulnérabilité presque absolue (1), la puissance de leurs feux, leur donnent visiblement une tout autre attitude qu'aux ouvrages ordinaires. Ceux-ci peuvent être plus ou moins rapidement entamés et désorganisés par le tir, et leur artillerie, progressivement réduite au silence, finit toujours par laisser le champ plus ou moins libre aux cheminements méthodiques comme aux entreprises de vive force de l'assaillant. Pour ces ouvrages fixes enfin, dès que la défense se trouve maîtrisée, la prise de possession est l'inévitable conclusion de la lutte. Tout autre est la situation de nos tourelles cuirassées. Ici plus de rempart à démolir, plus de bombardement à craindre. Le feu des pièces n'a d'autre limite que l'épuisement des munitions, ou la détérioration soit accidentelle soit naturelle des pièces elles-mêmes. Tant que ce feu persiste, impossible à l'ennemi de cheminer, ni de faire aucun progrès en face des tourelles ou dans les intervalles, puisqu'on suppose le flanquement assuré. Le dénouement, s'il doit tourner au désavantage de la défense, sera donc prévu d'avance par les défenseurs eux-mêmes, et sera prévu dans des circonstances telles qu'aucune mesure de sauvegarde ne sera inexécutable. L'assiégeant se trouve encore, en effet, retenu à une distance considérable, *1,500m ou 2,000m* au moins. Les derrières, c'est-à-dire tout l'espace entre les forts et le corps de place, sont libres. Quoi de plus simple, dès-lors, que de se reployer prudemment avec tout son matériel, ou de démolir au moins et de rendre inutilisa-

(1) D'après les nombreuses expériences faites jusqu'alors, des plaques de 12c d'épaisseur sont à l'abri des coups des canons de 7 à 8 tonnes, jusqu'aux distances de 1,800m à 2,000m. Il n'est pas probable que l'attaque sera en mesure de manier d'aussi forts calibres. Donc, nos tourelles peuvent défier son tir au-delà des distances mentionnées, ce qui est notre hypothèse. Voir, à ce sujet, de remarquables documents anglais sur les puissances respectives des canons et des cuirasses (*Revue maritime et coloniale militaire* de septembre 1872).

ble ce qu'on ne peut emporter? C'est ainsi que se révèle, jusque dans la dernière période de la résistance, la supériorité caractéristique de la tourelle *mobile* sur l'ouvrage *fixé au sol*. Ce dernier tombe et reste entre les mains du vainqueur; c'est une perte aggravée de la conquête de l'ennemi. L'autre, au contraire, se dérobe, en quelque sorte, sous les pas de l'attaque, et peut fournir ses éléments presque intacts aux travaux ultérieurs de la défense.

Quel que soit, au surplus, le sort réservé à notre idée ou à toute autre analogue, nous insisterons toujours sur le point important qui la recommande, suivant nous, aux études sérieuses, et dont le principe reste indépendant des détails de tel ou tel dispositif. Nous voulons parler de la décomposition des cuirasses en éléments maniables, de leur agencement *organisé*. Dès-lors, en effet, que l'introduction du fer dans la fortification est devenue une mesure à peu près inévitable, il est clair que les ingénieurs ne sauraient trop se préoccuper du meilleur mode d'application, de la façon et de l'usinage à donner aux masques métalliques. Ce serait faire preuve d'une sagacité médiocre, que de copier simplement les cuirasses de la marine, et de traiter nos remparts de terre comme les murailles de bois de nos navires. Il est certain qu'il faut pour les places, partout où le revêtement métallique sera reconnu nécessaire, un dispositif entièrement nouveau; que non-seulement les conditions mécaniques de stabilité, de résistance, ne sont plus les mêmes sur la terre ferme qu'à bord des bâtiments mobiles; mais encore que les ressources plus limitées en outillage, en machines et en personnel exercé, imposent dans les places d'autres nécessités. Des pièces plus légères et plus maniables; des systèmes plus facilement décomposables et se prêtant à des remplacements simples, à des transports rapides; le fractionnement, en un mot, des cuirasses, établi d'après les mêmes règles que le fractionnement du matériel d'armement, canons, voitures, etc..... Tel est le principe que nous recommandons, avant tout, aux ingénieurs appelés à se servir du fer, qui trouveront certainement dans ce métal

des propriétés éminemment favorables à toutes leurs combinaisons.

La dernière objection, à laquelle nous nous proposons de répondre, est relative aux difficultés qu'il y aurait à rendre habitables des tourelles semblables à celles dont nous venons d'ébaucher la description.

Ravitaillement difficile, sinon impraticable, en raison de leur isolement, et du manque d'espace disponible pour les approvisionnements quelque peu considérables.

Aération défectueuse, et dont l'insuffisance, aggravée pendant le tir des pièces, pourra devenir mortelle à la garnison.

Variations de température excessives, nécessairement causées par les propriétés trop conductrices de l'enveloppe métallique.

Tels sont les trois principaux chefs, à chacun desquels il s'agit d'opposer nos arguments.

La question du ravitaillement, qui prime toutes les autres, n'est-elle point déjà partiellement résolue par ce qui précède? Du moment où les derrières du fort sont assurés, on rentre, en effet, dans les conditions habituelles à ce genre d'opérations pour tout ouvrage détaché. C'est une affaire de transports périodiques, que le feu de l'assiégeant peut assurément contrarier et rendre parfois dangereux, mais qu'il ne saurait jamais, vu la grande distance, entraver d'une manière sérieuse. Il ne s'agit point ici de poste aventuré ou momentanément compromis. Nos tourelles, avons-nous dit, destinées à la lutte lointaine, doivent toujours, au cas échéant, se dérober à la lutte rapprochée, et cette manœuvre de reploiement, faite en temps opportun, n'est pas une de leurs moindres propriétés. L'hypothèse d'un blocus, même accidentel, n'est donc point applicable à ces ouvrages, véritables *tirailleurs* du corps de place, que leur mobilité même met à l'abri de semblables mésaventures. Il est toutefois un genre d'approvisionnement pour lequel la tourelle doit se suffire à elle-même et ne point compter sur le dehors. Nous voulons parler de l'approvisionnement en eau. Il faudra qu'à cet

égard la garnison puisse pourvoir à ses besoins quotidiens sur place, et sans être obligée de recourir à des corvées extérieures. Mais cette condition sera facilement remplie par la précaution, que nous avons déjà recommandée ailleurs, de pourvoir d'un puits chacune des plates-formes préparées autour de la place pour recevoir une tourelle. La mise à exécution de ce dispositif auxiliaire n'offre rien qui paraisse pratiquement inabordable, et nous n'imaginons point qu'il y ait, dans cette mesure toute naturelle, matière à objection motivée.

Mais l'alimentation ne suffit pas, et il servirait de peu d'assurer le régime le plus copieux à des gens qui ne pourraient respirer. N'est-ce point là, poursuivra-t-on peut-être, le sort probable réservé, pendant le feu surtout, à la garnison de chaque tourelle? Comment concevoir, en effet, que dans ces espaces étroits, regorgeant d'hommes et de matériel, inondés en permanence, lors du tir, de la fumée de deux énormes pièces, le renouvellement de l'air puisse s'opérer d'une manière satisfaisante, quand, avec les casemates ordinaires de la fortification, cependant ouvertes sur une ou plusieurs faces, ce résultat ne s'obtient qu'avec les plus grandes difficultés? N'est-il point présumable, au contraire, que les hommes placés dans ces conditions ne seront préservés du supplice de la faim que pour être plus infailliblement décimés par l'asphyxie?... On n'imagine point que nous n'ayions prévu, dès le début, une objection aussi décisive, et que notre système, pris au dépourvu, doive tout-à-coup s'écrouler devant cet obstacle insurmontable. Il n'est pas nécessaire, en effet, de pousser bien loin nos investigations, soit dans les essais déjà pratiqués, soit dans les conceptions à l'étude, pour concevoir un dispositif susceptible de répondre à toutes les exigences d'une ventilation suffisante. Les idées abondent à cet égard et la sagacité de l'ingénieur se résumera le plus souvent à faire un choix approprié aux circonstances ou aux matériaux disponibles. Aussi n'est-ce point comme inventeur, mais comme simple commentateur que nous apportons ici notre tribut; que nous

proposerions l'application ou, au moins, l'étude des dispositions suivantes :

Chaque pièce serait pourvue d'un système composé d'un ventilateur et d'un ressort. Le ressort, moteur du ventilateur, serait bandé, à chaque coup de canon, par l'action même du recul convenablement utilisée, et constituerait ainsi le réservoir constamment *réapprovisionné* de la force nécessaire au travail d'aérage.

L'agencement mécanique d'un tel système ne comporterait point, nous le supposons, de difficultés exceptionnelles, et, quant à l'idée d'utiliser le recul pour cette manœuvre des ventilateurs, elle nous paraît tellement naturelle que nous serions fort surpris de jouer, en cette matière, le rôle d'initiateur. Il est bien entendu, d'ailleurs, que la force dont on dispose *gratuitement* pendant le tir, serait remplacée en tout autre moment par les efforts directs des servants, ou, au besoin, par un mécanisme spécial, toutes solutions faciles à imaginer, puisqu'en dehors du tir et de son influence asphyxiante, le service de l'aérage rentre dans les conditions ordinaires de la pratique (1).

Tel est l'ensemble du système que nous proposons ; telles les observations que nous avons cru devoir tout d'abord opposer aux principales objections que nous avons prévues. Tel que nous le présentons, ce système n'est évidemment et ne saurait être qu'une ébauche imparfaite. Nous croyons cependant qu'elle suffira, si l'idée a la bonne fortune d'être prise en considération par les ingénieurs, et que d'autres plus compétents sauront faire surgir de ce canevas incomplet une œuvre réalisable. Nous sommes, sous ce rapport, à une

(1) Je n'ajoute que pour mémoire l'observation relative à la température intérieure des tourelles. Si le corps métallique de la tourelle est, par sa grande conductibilité, de nature à causer quelques appréhensions à cet égard, il est bien évident qu'il sera toujours possible de parer à cet inconvénient par l'applicage d'un revêtement intérieur, d'un *capitonage* convenablement choisi. C'est là une précaution de détail qui ne saurait embarrasser.

époque encourageante pour les chercheurs, et le mouvement qui nous entraîne tous, nous soumet, depuis quelque temps, à un régime de surprises dont ne s'effraient plus nos méditations. N'avons-nous point vu, à propos de l'emploi du fer et des ouvrages mobiles qu'il comporte, surgir tout récemment cette idée non moins neuve que hardie: de supprimer dans les places à fossés pleins d'eau les flanquements fixes, de les remplacer par des *monitors* manœuvrant dans les fossés comme dans une mer intérieure; de donner ainsi à ces éléments essentiels de la fortification une mobilité propre à multiplier leur action tout en déroutant le tir de l'ennemi? Il est difficile, sans doute, de se prononcer sur la valeur d'une proposition aussi radicalement novatrice; on ne saurait nier, en tout cas, qu'elle n'ait quelque chose de séduisant et qu'elle ne soit destinée à grossir le dossier des investigations de l'avenir.

Nous ne terminerons point cette note, sans ajouter, à titre de postulatum, la mention de quelques-unes des questions dont nous voudrions voir l'étude mise également à l'ordre du jour, pour l'organisation défensive des places.

Nous voulons parler, d'une part, de la substitution définitive du *tir à barbette* au *tir à embrasure* pour l'artillerie *haute* des remparts, et de l'autre, de la constitution des revêtements intérieurs des parapets. Le premier problème depuis quelque temps posé à peu près partout, est suffisamment connu sous toutes ses faces pour nous éviter de reprendre une discussion épuisée. On peut dire que la cause du tir à barbette est, au moins théoriquement, désormais gagnée, et que le seul obstacle à son adoption réside dans les difficultés matérielles de l'organisation d'un affût approprié. C'est donc vers cette recherche que doivent se concentrer les efforts. Imaginer un affût *mobile*, permettant l'éxécution du tir à barbette avec toutes ses propriétés de champ illimité, n'offrant de prise à l'adversaire que pendant l'instant inappréciable du tir, se dérobant et se remettant alternativement en batterie par le jeu combiné d'un mécanisme automatique et de la manœuvre des servants. Tel est

le nouveau matériel de rempart, dont plusieurs types (Moncrieff, Gruson, Heathorn) ont déjà été tentés à l'étranger ; dont nous avons fait nous-même un essai ébauché, et dont il faut, en tous cas, absolument doter notre artillerie de place, et, s'il est possible, notre artillerie de siége. La suppression de l'embrasure, la dissimulation relative des pièces en batterie, ne sont point, qu'on l'observe bien, les seuls avantages du nouvel armement. Il possède également cette propriété précieuse, dont les défenseurs de Belfort (1) ont fait un usage si particulièrement recommandé, de permettre des changements arbitraires, et nécessairement inattendus ou inobservables de l'ennemi, dans l'emplacement des pièces ; de modifier rapidement, et au gré des nécessités journalières, le mode d'agglomération des batteries. On comprend tout le parti que des défenseurs actifs et avisés pourront tirer d'une semblable latitude. Ce n'est point assurément un résultat d'importance secondaire, que la perspective pratique de changer à volonté sa ligne de feux, d'égarer ainsi le pointage de l'assiégeant, de le forcer peut-être, dans ses établissements de batteries, à des tâtonnements continuels.

Quant aux revêtements de parapets, enfin, nous ferons, en premier lieu, observer que la question se trouverait déjà notablement simplifiée par la seule suppression de l'embrasure. Cette mesure ne suffirait point toutefois à assurer la solution cherchée depuis si longtemps sans grands succès, d'établir, en temps de paix, des revêtements organisés de manière à résister à l'action du temps, et à ne nécessiter, au moment de l'armement, qu'une somme de dépenses et une quantité de main-d'œuvre modérées. C'est aux hommes pratiques, surtout aux constructeurs de métier, qu'il incombe de trouver enfin une matière, dans le règne végétal ou minéral (2), capable d'offrir ces précieuses propriétés, et de

(1) Voir l'ouvrage de M. le capitaine d'artillerie Sosthènes de la Laurencie, sur l'emploi de l'artillerie dans la défense de Belfort (1872).

(2) Ne pourrait-on essayer, pour les talus comme pour les paliers, les

permettre au moins, la réduction de cette tâche immense qu'imposent tout-à-coup, au dernier moment, les parapets à moitié éboulés d'une place, qui voit l'ennemi se concentrer sous ses murs.

Bien d'autres questions sans doute se presseraient encore sous notre plume, offrant toutes le même degré d'intérêt, le même caractère d'urgence. Nous pourrions parler des modifications radicales à introduire dans les profils de fortification où nous voyons les escarpes conserver un relief exagéré ; les contrescarpes réduites au minimum, ou souvent sacrifiées, par des raisons d'économie, quand le *contraire* devrait précisément avoir lieu. Nous pourrions, à propos de l'exécution des blindages, des cuirassements, montrer de quelle ressource seront les ateliers et les dépôts des lignes ferrées dont nous avons fait une condition indispensable pour toute place forte ; faire voir, en un mot, que cette grande transition marquée surtout par l'avènement du fer, n'est, à un point de vue synthétique, que la conséquence toute naturelle de la réaction du progrès industriel sur les choses de la guerre.

Mais notre étude actuelle est plus circonscrite, et doit respecter les limites que nous nous sommes imposées.

enduits bitumés, dont les prix de revient se sont considérablement abaissés ? Nous avons, notamment, entendu parler, dans ces derniers temps, d'une roche asphaltique exploitée au *Val-de-Travers* (Suisse) sur une grande échelle.

NOTE *C*

sur un projet de réseau pour les *PIVOTS STRATÉGIQUES* de la frontière Nord et Nord-Est de la France.

Nous nous proposons de donner l'énumération des divers points que nous voudrions voir choisir, sur nos frontières du Nord et du Nord-Est, pour l'établissement d'un réseau de *pivots stratégiques*, répondant aux idées émises dans le Livre I. Rappelons quelques-unes des conditions fondamentales que devraient remplir, suivant nous, les places de cette catégorie.

A) — Etre assises sur les grandes voies ferrées rayonnantes (1) et constituer des postes importants, soit

(1) L'inutilité d'une place établie en dehors d'une voie ferrée n'est plus à démontrer. De telles places restent inertes et se tournent aisément. Citons-en deux exemples remarquables de la guerre de 1870-71 :

Verdun. — Tournée par l'armée de la Meuse (fraction de la IIe armée), marchant sur Sedan, pour coopérer avec la IIIe armée, contre Mac-Mahon (1870).

Bitche. — Tournée par la IIIe armée, qui peut même rapidement construire une route de détour au sud de la place.

comme *stations* à ressources et à embranchements multiples, soit comme *centres régionaux.*

B) — Etre tenues à quelques marches (au moins 3 ou 4 étapes ou *50 à 60*k) en arrière de l'extrême frontière, de manière à pouvoir la surveiller sans redouter de soudaines irruptions.

C) — Se relier non-seulement à la frontière par une ou plusieurs lignes rayonnantes, mais se relier entre elles et à toute la région ambiante par des lignes parallèles ou circonférentielles.

Tel peut se résumer l'ensemble des postulatums que nous avons exprimés. Si nous jetons actuellement un coup d'œil sur nos frontières mutilées et sur l'assiette du réseau de voies ferrées dont elles sont sillonnées, nous arrivons, pour les pivots stratégiques, à la conception du canevas suivant :

1° *Arras.* Couvrant la Picardie, la ligne de la Somme et Paris	*Lignes rayonnantes*	*Vers l'intérieur*	Grande ligne Amiens-Paris, *210*k
		Vers la frontière	N.-O. Saint-Omer-Calais, *110*k
			N. Douai-Lille, *70*k
			N.-E. Douai-Valenciennes, *60*k
	Distance moyenne de la frontière par marches d'étapes		*50*k

Ce point stratégique est à signaler par les propriétés suivantes :

Plusieurs lignes latérales aboutissent à la mer, et lui donnent ainsi un appui exceptionnel (ligne de *Calais*, ligne d'*Amiens-Abbeville.*)

Toute la région ambiante, composée en majeure partie du département du Nord, est remarquable aux divers points de vue de la richesse agricole et industrielle, et de la densité de la population.

La contrée serait d'ailleurs particulièrement exposée aux tentatives d'invasion dans le cas où la neutralité de la Belgique serait violée, car elle a en face d'elle le réseau serré

des voies ferrées belges, qui s'appuie sur les trois grandes bases : *Gand*, *Bruxelles*, *Namur*, toutes situées à une moyenne de *60*k de la frontière française ;

- 2° *La Fère.* Couvrant l'Oise, la Champagne et Paris
  - *Lignes rayonnantes*
    - *Vers l'intérieur* — Grande ligne de Paris, *150*k
    - *Vers la frontière*
      - Ligne de Saint-Quentin, — Cambrai, — Valenciennes — *110*k
      - Ligne de Saint-Quentin, — Maubeuge — *100*k
  - *Ligne parallèle* — Reims-Châlons, *130*k
  - Distance moyenne à la frontière par marches d'étapes, *70 à 80*k

Position stratégique importante. Surveille et commande les routes débouchant des Ardennes. Se relie, par son flanc droit, au centre militaire de Châlons.

- 3° *Chalons-sur-Marne*, couvrant la Champagne et Paris
  - *Lignes rayonnantes*
    - *Vers l'intérieur*
      - Ligne multiple sur Paris, par Epernay, *160*k
      - Par Reims-Soissons, *220*k
    - *Vers la frontière*
      - N. Reims-Rethel-Mézières, *130*k
      - N.-E. Verdun-Metz, *150*k
      - E. Toul-Nancy, *170*k
  - *Lignes parallèles*
    - Sur La Fère, *130*k
    - Sur Chaumont par Blesmes, *140*k
  - Distance moyenne de la frontière par marches d'étapes, *120* à *140*k

Cette position est capitale; elle couvre les vastes plaines de la Champagne, et commande les marches des Ardennes, de la Meuse et de la Lorraine. Elle ferme, en outre, le point de jonction du *réseau Nord* avec le *réseau Est* et représente en quelque sorte le *bastion* avancé de notre système. Cette position est d'autant plus favorable qu'elle est à proximité d'un grand nombre d'embranchements reliant la grande ligne de l'Est, soit à la ligne du Nord, soit aux lignes de Paris-Lyon-Méditerranée. Enfin elle couvre Paris.

Tel est le réseau des pivots stratégiques que nous proposerions pour la frontière Nord. Celui de la frontière Est s'organiserait d'après les mêmes principes. Nous nous contenterons d'indiquer les divers points susceptibles de répondre de la manière la plus satisfaisante aux conditions énoncées.

Ce serait, suivant nous, et avec toutes les réserves que comporte nécessairement un premier aperçu, l'ensemble suivant :

4° *Vesoul*, sur la ligne de *Paris-Belfort*, se reliant à Châlons par Chaumont et formant pivot pour les Vosges et le Jura.

5° *Besançon*, se reliant à Paris par les deux lignes : *Paris-Chaumont-Vesoul* et *Paris-Dijon-Dôle*. Cette place existe déjà. On connaît l'importance de sa position.

6° *Châlon-sur-Saône*, qui serait le trait-d'union entre *Besançon et Lyon*.

7° *Lyon*, etc. etc.

Ces pivots stratégiques n'auraient point évidemment une organisation, un armement, une importance identiques. Toutes ces choses varieraient nécessairement d'une position à l'autre, suivant les conditions topographiques, militaires, voire même économiques, des localités envisagées. Telles places peuvent avoir, comme Châlons, Vesoul, un objectif important, une frontière particulièrement dangereuse à surveiller et à commander. Telles autres se trouvent constituer plus spécialement des centres d'approvisionnement en matériel ou en vivres. Les unes et les autres comportent des dispositions spéciales, soit dans l'installation, soit dans l'aménagement. On ne s'attend point que nous entrions ici dans des détails d'exposition qui sortent de notre cadre et pour lesquels nous serions d'ailleurs incompétent.

Nous observons seulement qu'à l'égard du *genre* de fortifications à adopter pour ces places-frontière, nous sommes l'adversaire parfaitement convaincu de ces lourdes carapaces

de pierre et de terre dont sont actuellement enveloppées nos places. Les doubles et triples ceintures de bastions, de demi-lunes, etc., nous paraissent aujourd'hui aussi onéreuses qu'irrationnelles. Le principe moderne, qui ressort des considérations et des théories auxquelles nous nous sommes rallié dans ce travail, se résume à peu près ainsi : *Enceinte formée d'une simple chemise*, riche surtout comme emplacement de batteries, mais pour le surplus, strictement suffisante contre les attaques de vive-force ou les surprises. *Réseau de forts*, ou mieux de tourelles mobiles, pourvus d'un armement d'une puissance *maximum*.

Quoi qu'il en soit de la valeur de ces combinaisons, ou plutôt de ces postulatums, nous insistons surtout sur la fonction essentielle qui caractérise les pivots stratégiques. Ils doivent servir à la concentration rapide des armées sur un point déterminé de la frontière. Ils constituent ensuite les centres d'approvisionnements permanents, les points d'appui et les traits-d'union naturels des masses qui opèrent en avant ou à proximité. Cette deuxième partie de leur rôle est étroitement subordonnée à la fortune de la guerre et ne saurait s'analyser d'avance; mais en ce qui concerne la concentration des troupes, il est de la plus élémentaire prudence d'en étudier, au préalable, la préparation dans ses plus petits détails, et d'en supputer le mode d'accomplissement. Nous avons eu, à cet égard, notre heure de funeste négligence et nous l'avons durement payée. Que cette leçon nous suffise.

Le problème de la concentration des grandes armées modernes est une question complexe qu'on ne saurait traiter incidemment. Nous n'en dirons que quelques mots destinés à mettre en évidence le but et les propriétés de notre réseau de pivots stratégiques.

Nous aurions sur la frontière du Nord trois places de concentration *(Arras-La Fère-Châlons)*, et sur la frontière de l'Est jusqu'à Lyon, quatre places *(Vesoul-Besançon-Châlon-Lyon)*. Il est aisé de voir quelles masses de troupes pourraient être, grâce à ce réseau, concentrées dans un temps rapide sur l'une ou l'autre frontière.

Admettons que chaque place puisse normalement servir de point de concentration à deux corps d'armée, soit à *70,000 hommes*. On sait, et on l'a vu avec plus de détails dans un des chapitres du Livre II, que le temps moyen nécessaire à un corps d'armée, pour se transporter en entier sur une ligne à deux voies, varie dans les limites de quatre à cinq jours (1). Ce serait donc un maximum de *dix jours* pour cette opération préliminaire, qui, répétée sur les trois places-pivots de l'une ou l'autre des frontières, s'appliquerait ainsi à un ensemble de six corps d'armée, ou à plus de *200,000* hommes. Si nous admettons d'ailleurs que la mobilisation des corps eux-mêmes se soit effectuée d'après les vrais principes de la *répartition provinciale* des corps, nous resterons dans de très-larges limites, en attribuant à ce travail préparatoire une durée de cinq ou six jours (2). Total *quinze jours* environ pour le temps nécessaire à la réunion, dans chacune de nos places-frontière, de deux corps d'armée. Etant données, dès-lors, les distances de 80 à 100^{k} au plus qui séparent ces places, les nombreuses lignes ferrées qui, soit directement, soit indirectement, les relient toutes entre elles, il est clair qu'un supplément de 7 ou 8 jours au plus sera suffisant, même dans le cas défavorable d'une place extrême choisie comme objectif, pour la concentration de ces six corps d'armée en une seule masse prête à ouvrir la campagne.

C'est ainsi qu'avec un tel système, et à la condition, bien entendu, que toutes les mesures d'organisation soient prises et constamment entretenues pendant la paix, la France se

(1) Il faut en moyenne 80 trains pour un corps d'armée ; à 18 ou 20 trains par jour, sur une ligne de deux voies, cela nous conduit à 4 ou 5 jours. Sur une ligne à une voie, où l'on ne peut guère admettre plus de 12 trains par jour, cela nous conduirait au double à peu près, à *huit* jours environ pour un corps.

(2) Chacun ne peut encore se livrer, à cet égard, et pour la France, qu'à des évaluations spéculatives. Mais les écrivains militaires (Lewal, Baratier, etc.) s'accordent à supputer, pour la durée de la *mobilisation provinciale* de chaque corps, un maximum de *cinq* ou *six* jours.

trouverait en état de jeter sur la frontière en moins de 25 jours, des armées de *200,000* hommes fortement constituées, pourvues de tout et prêtes à manœuvrer dès le lendemain de leur concentration. C'est ici qu'apparaît dans toute son ampleur le rôle immense dévolu aux voies ferrées, et que leur importance se révèle, non plus avec le caractère d'un simple élément auxiliaire, mais bien d'un élément vital de l'organisation militaire des Etats.

Mais nous ne saurions trop le répéter, ces grands résultats n'ont quelque chance d'être obtenus qu'à la double condition d'une constitution *régionale permanente* des corps d'armée, et d'une organisation appropriée de nos chemins de fer, permettant surtout une sage immixtion des agents militaires au moment opportun. Le premier point est subordonné à l'ensemble des nouvelles institutions mises actuellement à l'étude et que va se donner enfin la *troisième* République. Nul doute qu'à cet égard nos gouvernants ne mettent à profit l'expérience de nos dernières épreuves, et que la fortune de la France n'illumine leurs recherches d'un rayon révélateur (1). Quant à la question technique de l'organisation *mixte* du service, nous la traiterons ailleurs dans la mesure de nos forces ; nous montrerons au moins quelques-unes des réformes immédiatement praticables qu'on pourrait introduire dans le système, pour le rendre également propre à sa double destination *industrielle et guerrière.*

C'est là un problème que la Prusse n'a cessé et ne cesse tous les jours d'élaborer avec une ardeur infatigable. La génération de 1870 a pu juger de la fructueuse efficacité de ces efforts et en fera son profit. Quant à nous, nous ne terminerons point ces réflexions sans donner au moins, à titre mnémonique, l'énumération sommaire des grandes lignes

(1) On connaît, à l'heure qu'il est (décembre 1873), la nouvelle loi d'organisation des forces de la France (juillet 1873). C'est la première manifestation de l'esprit nouveau ; mais il y a de *la marge* encore.....

ferrées rayonnantes, dont l'Allemagne se trouvait disposer pour jeter ses masses sur notre frontière, et dont le gouvernement prussien a su tirer un parti si remarquable.

TABLEAU DES LIGNES FERRÉES ALLEMANDES

ABOUTISSANT A LA FRONTIÈRE NORD-EST DE LA FRANCE.

1° Ligne *de Minden-Dusseldorf*..... *230 kil.*

Du Weser au Rhin, qu'elle traverse. Cette ligne, de direction *N.-E.* — *S.-O.*, est la continuation de la ligne de Berlin qui traverse le Brunswick ; elle sillonne toute la Basse-Allemagne.

De Dusseldorf, elle conduit à la frontière française par deux voies : la ligne directe du Luxembourg (*280* kil.) ; la ligne plus sinueuse qui longe le Rhin (*340* kil.)

2° Ligne *de Cassel-Coblenz*..... *220 kil.*

partant d'un affluent du Weser, la Fulda, aboutissant au Rhin qu'elle traverse.

Cette ligne, à peu près parallèle à la précédente (direction N.-E. — S.-O.), traverse les Hesses, le Nassau, ces fameuses pépinières de soldats.

Elle a en outre un embranchement rayonnant de Wetzlar à Cologne.

Du Rhin, elle conduit à la frontière française par deux lignes courant le long des

deux rives et de longueurs de 150 kil. à 160 kil.

Un troisième débouché sera disponible, quand la ligne de Coblenz à Trèves, actuellement commencée, sera construite.

3° Ligne *d'Erfurt-Francfort-Mayence*..... *260 kil.*
partant d'un affluent de l'Elbe, la Saale, et aboutissant au Rhin qu'elle traverse.

Cette ligne est très-importante, elle traverse la partie de l'Allemagne la plus peuplée et la plus riche, notamment les deux Saxes; elle réunit les deux bassins de l'Elbe et du Mein.

Elle débouche sur la frontière par deux lignes: celle de Bingen-Saarbruck-Forbach, qui traverse l'Oldenbourg; celle de Landau-Wissembourg, qui traverse le Palatinat Rhénan (Bavière rhénane).

4° Ligne *de Bamberg-Wurtzbourg-Darmstadt-Mayence*..... *210 kil.*
Ligne venant de Bavière et allant au Bas-Mein.

Cette ligne traverse également un pays riche, l'Allemagne centrale.

Elle débouche sur l'Alsace par la ligne du Palatinat.

5° Ligne *de Manheim-Wurtzbourg*..... *140 kil.*
secondaire ou tronçon de la précédente.

Elle s'en détache à Wurtzbourg et va droit au Palatinat.

6° Ligne *de Carlsruhe-Stuttgard*..... *80 kil.*
venant de Munich-Augsbourg.

C'est la ligne Souabe, ou de l'Allemagne du Sud.

Tel est le réseau rayonnant vraiment formidable dont les

Allemands disposaient en 1870 pour se concentrer sur notre frontière, réseau formidable surtout, si l'on considère que, depuis de longues années, rien n'était négligé pour initier les états-majors et l'armée à la pratique courante des voies ferrées, pour préparer, en un mot, tous les rouages de la puissante machine au fonctionnement le plus immédiat et le plus rapide.

On se rend compte sans peine du prétendu tour de force, par lequel les combinaisons du général de Moltke ont pu soudainement amener sur notre frontière, les dix corps d'armée des trois premières armées allemandes. Si l'opération s'est accomplie en moins de quinze jours (des 23 et 24 juillet aux 5 et 6 août), elle s'explique par le tableau sur lequel nous venons de jeter un coup-d'œil, car les six lignes signalées ont pu, sans peine, en prenant chacune deux corps, charrier simultanément ces premières masses allemandes. Le véritable tour de force, s'il y en eût, consiste tout entier dans cette admirable et incessante prévoyance, dont la Prusse s'est fait depuis des années une règle absolue, et qui donne momentanément à cette puissance, surtout en présence de l'inconcevable légèreté de ses voisins, tout le prestige d'un génie militaire irrésistible.

Oui, dirons-nous des premiers, tous ces succès répétés ont été la manifestation d'un incontestable *génie*, si le génie consiste, comme nous le pensons d'ailleurs, dans la sérieuse étude des sciences et des arts modernes, dans leur judicieuse application, dans *l'instruction solide*, en un mot. Mais c'est là une qualité, dont les éléments sont à la portée de tout peuple laborieux; et ce génie-là, nous n'avons qu'à vouloir, pour le trouver chez nous, pour nous relever de nos défaillances d'un jour! Soyons laborieux, et les héros nous viendront par surcroît!

Nous ajouterons, à titre de renseignement, la mention des projets actuellement élaborés par l'empire d'Allemagne, pour compléter son réseau stratégique à l'endroit des provinces annexées. Il s'agit en ce moment, en effet, de la création d'une nouvelle ligne rayonnante destinée à relier la

Haute-Alsace à l'Allemagne du Sud (Wurtemberg-Bavière).

Deux projets sont activement à l'étude (et la solution sera déjà probablement intervenue au moment où ces lignes seront publiées :

1° Ligne de Saint-Louis (près Bâle) à Geisingen (sur grande ligne Souabe), environ *120* kil.

2° Ligne de Neuf-Brisach à Donaueschingen (par Fribourg), environ *180* kil.

Toutes les deux relieraient la place de *Neuf-Brisach*, pivot stratégique, aux grandes places de l'intérieur : Stuttgard, Ulm, Munich. La première est indirecte, mais n'exigerait pas de nouveau passage du Rhin. La seconde est directe, a de plus l'avantage de mieux se dérober à l'action de Belfort. La distance totale de *Neuf-Brisach* à *Ulm* serait de *240* kil. environ, dont *80* kil. jusqu'à Donaueschingen, puis *120* kil. de Tuttlingen à Mengen (sur la ligne souabe). Soit *200* kil. à créer. L'Empire n'y manquera pas, pour peu que nous lui en laissions le temps.

NOTE *d*

sur les équipages de siége.

Notre intention n'est pas de nous étendre, dans cette note sommaire, sur les détails de la composition d'un équipage de siége approprié aux exigences prochaines de l'avenir. Un tel travail ne peut guère s'établir que pour des cas *explicitement* déterminés, ou au moins sur des bases plus certaines que les prévisions ou hypothèses qui sont le résultat, nécessairement contestable, de nos réflexions personnelles. Notre but est plus simple. Nous avons parlé dans le Livre I de *5,500 tonnes* environ, comme limites d'un premier approvisionnement, et de plus de *10,000 tonnes* pour l'approvisionnement complet, comme représentant les poids probables des équipages de siége répondant aux conditions nouvelles. Nous allons essayer de justifier ces chiffres, en comparant nos hypothèses autant que possible article, par article, avec les anciennes données réglementaires (de l'aide-mémoire), d'après lesquelles devait se constituer l'équipage de siége normal. (Voir l'Aide-Mémoire français de 1856, page 411.)

1° *Canons.*

L'Aide-Mémoire donne :

175 bouches à feu, de divers calibres et de diverses espèces, le tout pesant:.... *263* tonnes.

Cet article doit être, avons-nous dit,

considérablement augmenté. Nous avons parlé de canons de 6 à 10 tonnes, de bouches à feu plus nombreuses, etc.

En partant des bases du Livre I, soit :

30 canons pesant en moyenne	7t	—	210t
180 — —	2t5	—	450t
90 — —	0t8	—	72t

Nous arrivons pour cet article à un total de ..... *732* tonnes.

2° *Affûts.*

Suivant l'Aide-Mémoire..... *276* tonnes.

Cet article, bien que devant relativement diminuer par suite de l'emploi probable et plus général du fer et de constructions plus légères, sera maintenu à une moyenne de ..... *600* tonnes.

3° *Voitures-attirails.*

Suivant l'Aide-Mémoire ..... *315* tonnes.

Ici, forte augmentation motivée par des projectiles plus lourds et plus nombreux à transporter à de plus grandes distances. Nous multiplions l'ancien poids par 2,5, soit ..... *800* tonnes.

4° *Projectiles.*

Suivant l'Aide-Mémoire..... *2,690* tonnes.

(approvisionnement de 800 à 1,000 coups par pièce.)

Nous multiplions par 2,5 l'ancien chiffre, pour des raisons faciles à saisir, soit *6,700* tonnes.

5° *Poudre.*

Suivant l'Aide-Mémoire..... *655* tonnes.

Nous diminuons plutôt ce chiffre, en raison des moindres charges de tir et des moindres capacités relatives des obus oblongs, soit ..... *600* tonnes.

6° Pour les autres articles, munitions confectionnées, armements, etc., objets pour construction de batteries, engins et agrès, etc., suivant l'Aide-Mémoire.... *450* tonnes.

Nous augmentons notablement ce chiffre en raison des nombreuses batteries, des cuirasses présumables, des engins nécessaires pour manier le gros matériel, etc., soit..... *1,500* tonnes.

RÉCAPITULATION.

NUMÉROS D'ORDRE.	CHIFFRES DE L'*Aide-Mémoire*.	CHIFFRES PRÉSUMABLES.
1	263 tonnes.	732 tonnes.
2	276 —	600 —
3	315 —	800 —
4	2,690 —	6,700 —
5	655 —	600 —
6	450 —	1,500 —
TOTAUX....	4,649 tonnes.	10,932 tonnes.

Soit un poids présumable de *onze mille tonnes*, en partant d'hypothèses qui paraîtront certainement fort modérées.

RÉCAPITULATION POUR UNE ARMÉE.

Il n'est pas sans intérêt de rappeler, en regard du résumé précédent, les documents correspondants relatifs à une armée entière destinée à tenir la campagne. Il suffit de centraliser les éléments analysés dans la première partie du

Livre I, pour les différentes unités dont se compose l'ensemble, jusqu'à la plus complexe d'entre elles, le corps d'armée.

Nous tablerons sur une armée de quatre corps, dont un corps de cavalerie, plus une réserve d'artillerie.

		Nombre de trains nécessaires (dans l'hypothèse habituelle de 190 tonnes de poids utile par train)
1° Pour 3 corps d'infanterie à *80* trains par corps		240 trains.
2° Un corps de cavalerie, comprenant:		59 trains.
3 divisions, Etat-major, Equipages	50 trains.....	
Artillerie, avec parcs, ponts, ambulances, etc.	9 trains.....	
3° Réserve d'artillerie — 12 batteries..		18 trains.
Total....		317 trains.

(Ou *35,000 tonnes*, avec le grand parc et les vivres.)

A quoi il faut ajouter d'une part le grand parc (à 3,500 tonnes ou 20 trains), et un convoi de *quatre jours* de vivres roulant à la suite de l'armée sur ses voitures (à 10 ou 12 trains) (1).

D'où un total général de *trois cent cinquante trains* environ qui serait nécessaire pour le transport intégral d'une armée de 130 à 140,000 hommes avec ses équipages. Ce serait le trafic *intensif* d'une ligne à deux voies pendant vingt jours.

(1) Les Allemands comptent, en moyenne, *trois* trains nécessaires pour *un* jour de vivres, pour une telle armée. A vingt-quatre trains par jour, il faudrait *une journée* de trains pour *huit* jours de vivres.

NOTE *e*

sur l'établissement du tableau à double entrée donnant l'aptitude tractive.

Reprenons la formule (B), qui donne la valeur du poids P du train remorquable :

$$P = \frac{0{,}15.\ \varphi' - 9.\ \varphi' - (1{,}8 + 0{,}18.\ V + i)\ \varphi}{2 + 0{,}05.\ V + i} \qquad (B)$$

Il est aisé de constater, en premier lieu, que les coefficients de réduction propres à chaque degré de vitesse et à chaque degré d'inclinaison, varient également, en raison des valeurs assignés aux éléments φ et φ' de la locomotive choisie comme type ; qu'en d'autres termes, à chaque type de locomotive, correspond son tableau de coefficients de réduction. Comme il était, cependant, conforme à l'esprit général de notre travail de ne dresser qu'un seul tableau à titre de spécimen, nous avons dû, ainsi que la remarque en a été faite dans le Livre II, choisir le type se rapprochant le plus de ceux que chercherait particulièrement à utiliser le service militaire, et de ceux qui figurent, en outre, pour la plus grande proportion dans le matériel des lignes françaises.

Le type répondant le mieux à ces conditions nous paraît être celui de la *machine à marchandises*, à trois essieux moteurs ou à six roues couplées, et dont le poids est, généralement, d'une trentaine de tonnes (*10* tonnes sur chaque

essieu. C'est aussi le genre de machine, dont les principaux réseaux français, d'après les documents les plus récents (1869-1870), se trouvaient le mieux approvisionnés. Ces documents présentent, en effet, les proportions respectives suivantes, pour les différentes espèces de machines en service courant :

Lignes	Proportions de machines en service				
	à marchandises		Mixtes		à voyageurs
Nord.....	0,50	—	0,03	—	0,47
Est.....	0,43	—	0,32	—	0,25
Midi.....	0,40	—	0,44	—	0,16
Moyennes.....	0,44	—	0,26	—	0,30

Par où l'on voit que la proportion des machines à marchandises est notablement la plus forte. C'est donc en vue d'un type de cette espèce qu'a été dressé notre tableau des aptitudes tractives.

L'examen de la même formule (B) fait reconnaître, en second lieu, que les coefficients de réduction sont, non-seulement, *fonction* des éléments de la locomotive, mais encore qu'ils ne varient point d'une manière simple en raison des deux variables V et i. Cette observation demande quelques développements. Nous voulons dire qu'à chaque valeur déterminée de l'une ou de l'autre des deux variables, prise momentanément pour élément fixe, correspond, pour l'autre élément, une série particulière de coefficients, et que l'on trouverait ainsi autant de *séries* différentes que de valeurs successivement attribuées à l'élément fondamental.

Si nous partons, par exemple, de la vitesse V comme élément fondamental, nous trouverons qu'au-dessous de chaque chiffre de vitesses, 10 kil., 20 kil., 30 kil., etc., s'échelonnera une colonne de coefficients correspondants aux pentes de 0^{mm}, 2^{mm}, 4^{mm}, 6^{mm}, etc., et que toutes ces colonnes verticales sont différentes entre elles.

Ce n'est point ce que nous avons admis pour l'établissement de notre tableau, puisque nous nous sommes contenté

d'une seule ligne horizontale de coefficients (pour la pente de 0mm et pour des vitesses variables), et d'une seule ligne verticale (pour la vitesse de 10 kil. et pour des pentes variables); nous assignant, en outre, pour les variations combinées de la vitesse et de la pente, la simple multiplication des coefficients correspondants dans ces deux lignes initiales.

Cette disposition toutefois n'est point une inexactitude réelle, ainsi qu'elle semblerait l'être au premier abord. C'est un procédé d'*approximation*, dont la citation de quelques chiffres suffira pour justifier l'emploi, d'ailleurs visiblement avantageux.

Nous présentons ici les coefficients verticaux (de pente) pour trois vitesses sensiblement différentes: 20 kil., 30 kil., 50 kil., en mettant en regard ceux qui résulteraient de la simple multiplication, telle que nous la prescrivons pour l'emploi de notre tableau :

PENTES	VITESSES					
	20 KILOM. — COEFFICIENTS		30 KILOM. — COEFFICIENTS		50 KILOM. — COEFFICIENTS	
	calculés.	approchés du Tabl. I.	calculés.	approchés du Tabl. I.	calculés.	approchés du Tabl. I.
0mm	0.81	0.81	0.67	Mêmes nombres que ci-contre, — la vitesse de 30 kilom. ayant été prise pour vitesse-type dans le calcul des coefficients du tableau du Livre II.	0.51	0.51
4	0.33	0.35	0.27		0.25	0.22
8	0.20	0.22	0.18		0.16	0.14
12	0.14	0.16	0.13		0.12	0.10
16	0.08	0.11	0.09		0.10	0.07
20	0.06	0.09	0.07		0.07	0.06
24	0.04	0.07	0.06		0.06	0.05
28	0.03	0.05	0.05		0.05	0.04
30	0.03	0.05	0.04		0.04	0.03

Ce tableau, dressé pour trois vitesses-types prises parmi les plus usuelles, nous montre, en premier lieu, que l'écart

entre les coefficients moyens d'une série unique (celle du tableau I du Livre II établi pour la vitesse de 30 kil.), et les coefficients des diverses séries propres à chaque vitesse, est assez peu prononcé pour justifier à la fois notre hypothèse et le mécanisme de calcul approché, dont nous avons fait le principe du tableau I du Livre II. Il fait ressortir, en outre, que nous avons choisi comme série verticale unique de coefficients celle qui correspond à la vitesse de *30* kil.

On entrevoit sans peine la raison de ce choix, tirée des conditions mêmes de la pratique, en vertu desquelles cette vitesse se trouve à peu près celle qui est et qui sera généralement la plus employée pour les trains militaires.

On remarque d'ailleurs subsidiairement, que l'influence de la pente se fait d'autant moins sentir que la vitesse de marche est plus grande. C'est pourquoi les coefficients adoptés, calculés avec la vitesse de 30 kil., sont d'un côté moins rapidement *décroissantes* que ceux de la série réelle calculée pour une vitesse de 20 kil., et, de l'autre, plus rapidement *décroissants* que ceux de la série réelle correspondante à la vitesse de 50 kil. C'est un résultat dont l'examen de la formule (B) rend directement compte.

L'ensemble de ces réflexions peut se résumer ainsi :

Les coefficients de réduction, correspondants à chaque degré de pente, ne sont point fixes. Ils dépendent de la vitesse de marche suivant une loi qu'on ne peut formuler d'une manière simple. Mais les variations observées en raison des changements de vitesse sont renfermées dans des limites assez étroites pour que, dans la pratique, on puisse, sans erreur sensible, tabler *sur une série unique de coefficients de pente.* C'est ce que nous avons fait en adoptant la série qui correspond à la vitesse moyenne de 30 kil. C'est ainsi, avons-nous dit et répétons-nous, que le tableau du texte peut se *dresser et se manier comme une table de Pythagore.*

NOTE *f*

Exposé sommaire de quelques DESIDERATUMS relatifs à la Cavalerie.

L'effectif de la cavalerie, son organisation, sont deux questions nécessairement subordonnées au rôle qu'on doit se préoccuper de faire jouer à cette arme dans les guerres modernes.

La portion la plus importante de ce rôle, celle dont la prépondérance n'est plus contestée que par quelques retardataires, consiste, évidemment, dans la difficile et pénible mission *d'éclairer*, *de garder* l'armée et *d'assurer* le service de ses ravitaillements.

Essayons de nous rendre compte du système d'exécution le plus propre à l'accomplissement de cette tâche, et d'esquisser au moins en traits généraux la *théorie* de la méthode dont il nous semblerait rationnel de s'inspirer dans la *pratique*.

Les deux branches du service sont, on vient de le dire:

1° *L'éclairement et la garde* de l'armée;

2° *La garde des voies de communication* et de ravitaillement.

1° *Eclairement.* — La cavalerie doit-elle constituer son réseau d'éclaireurs, en se divisant en une série de cercles individuellement formés autour de chaque grande unité tac-

tique (corps d'armée)? C'est la conception du colonel Lewal, que nous citons de préférence, comme un des plus compétents parmi les écrivains militaires contemporains. Cette conception toutefois ne nous paraît point la mieux appropriée, ni au but à remplir, ni aux moyens d'exécution dont on dispose. Quant au but, d'abord, cette série, cet échiquier de petits cercles indépendants et cependant exposés à se pénétrer, à s'enchevêtrer les uns dans les autres, conduirait plutôt au désordre qu'à l'ordre rigoureux, dont on ne doit cesser de rechercher l'idéal dans un service aussi complexe et aussi délicat. L'exécution, d'autre part, souffrirait plus encore, si l'on observe, avec quelque attention, le genre particulier de direction et de commandement qu'exige l'*éclairement* d'une armée. Cette mission repose, en effet, sur un ensemble d'opérations dont le champ et les combinaisons se développent bien plutôt en *front* qu'en *profondeur*. Les évènements, les incidents s'y présentent presque généralement en un point quelconque, imprévu, de l'immense rideau déployé. C'est donc aussi en *front* et non en *profondeur* que doit exister l'*unité* de commandement, que doit s'exercer l'action impulsive et rectrice (1). Les secteurs ou les cercles indivi-

(1) On remarquera que cette conclusion est précisément le contraire de celle qui s'applique, avec non moins de raison, à la disposition des unités tactiques secondaires sur le champ de bataille. Pour celles-là, il faut qu'elles se développent, se divisent, se manœuvrent, en un mot, dans le sens de la profondeur ; que le même chef ait, à la fois, dans sa main, les éléments successifs de la « bataille » pour les lancer chacun à son heure : les tirailleurs, les soutiens, les *réserves*, le gros. C'est, d'ailleurs, l'opinion générale des auteurs. Citerons-nous les judicieux aperçus du capitaine d'Azéma *(Revue militaire de l'Etranger)* dont les vues se résumeraient ainsi :

Unité élémentaire de combat : *le régiment.*

Répartition en profondeur : environ *1,000* mèt.	1. Rideau de tirailleurs. 2. Soutiens. 3. Réserve des tirailleurs. 4. Première ligne du gros. 5. Deuxième ligne du gros.

Aux spécialistes de juger ce canevas.

duels n'amèneraient ici que tiraillements, pertes de temps, finalement confusion et *impuissance*. Ce qu'il faut ici, pour parler un langage plus abstrait, mais caractéristique, c'est l'unité de commandement, non dans le *temps*, mais dans l'*espace*. De là à la disposition unitaire, synthétique pour l'éclairement général de toute l'armée, la conclusion nous paraît forcée. C'est donc à l'hypothèse d'un cercle unique, enveloppant le front entier et, au besoin, les flancs de la masse complète, que nous nous arrêtons de préférence, avec la ferme conviction d'y rencontrer les combinaisons les plus fructueuses et d'en recueillir les meilleurs résultats.

Ces prémisses une fois admises, comment passer à l'action, à l'exécution du programme ainsi posé? C'est là le problème capital partout à l'ordre du jour chez les spécialistes. Nous nous félicitons sincèrement de cette ardeur investigatrice, dont les efforts sont un gage de sérieuse espérance. En présence d'un tel *entraînement*, on peut déjà prévoir que, si la cavalerie française a mérité, dans la dernière guerre, quelques graves critiques, rien ne lui coûtera pour conquérir, à la prochaine occasion, sa pleine réhabilitation (1). Donc fournissons notre tribut à l'œuvre collective.

Le principe dominant, suivant nous, d'après lequel l'éclairement doit se conduire et *piquer ses pointes*, est le suivant: Pousser le rideau des vedettes ou les pointes isolées assez loin, pour permettre au général en chef de passer, au premier avis, de *l'ordre stratégique expectant* (dilaté sur *60 à 80* kil., suivant les cas) à *l'ordre tactique combattant* (concentré sur *8 à 12* kil.). Tel nous semble être la véritable base des dispositions propres à assurer à la fois la sécurité de marche et

(1) On peut lire dans l'ouvrage du grand état-major prussien sur la guerre de 1870-71, cette phrase quelque peu empreinte d'une trop *tudesque* ironie : « *Quant à la cavalerie française, elle n'éclairait pas, en général, « au-delà de la ligne des avant-postes d'infanterie..* » Ce passage, qui nous a tristement frappé, doit nous servir d'enseignement. C'est à ce titre que nous en faisons la citation salutaire, convaincu que la vérité, si dure soit-elle, doit l'emporter sur les scrupules de la plus sincère camaraderie.

la promptitude d'action. Nous évaluerions, dès-lors, sous la réserve d'une étude plus détaillée de la question, le minimum d'amplitude des éclairements à une étape et demie (d'infanterie) environ, soit *25 à 30* kil. Tels seraient les chiffres moyens d'après lesquels il faudrait calculer le développement du *cercle de sûreté* et, par suite, l'effectif de la cavalerie nécessaire pour l'occuper en service courant.

Les réflexions qui précèdent ne sont, nous l'avons dit, que des repères généraux. Mais elles nous permettent d'acquérir des notions d'une certaine netteté sur les deux questions posées.

Quelle espèce de cavalerie pour l'éclairement et comment organisée? *Cavalerie légère*, organisée en *cavalerie d'armée*, sous le commandement d'*un chef unique*.

Quel effectif assigner à cette cavalerie? Affaire de calcul que nous laissons à d'autres plus compétents. En nous inspirant cependant à la fois, et des documents contemporains et de l'examen direct des nécessités de ce service, nous serions conduit à indiquer un minimum de 6 à 8 régiments pour une armée de *150,000* hommes, soit, si l'on veut, *deux régiments* par corps d'armée.

Voilà pour la première partie du rôle : *l'éclairement*.

2° *Garde des voies de communications et du service des ravitaillements.* — C'est ici que nous rencontrons certainement la portion la plus difficile, la plus aventureuse, la moins susceptible d'être soumise au calcul, de la mission imposée à la cavalerie. La défense de ses propres lignes de communication n'implique-t-elle point, en effet, comme contre-partie naturelle, d'incessantes entreprises et, à l'occasion, d'audacieuses incursions contre celles de l'ennemi? Le service des ravitaillements, d'autre part, ne comprend-il point, malgré les plus laborieux préparatifs, les plus scrupuleuses dispositions, toute une branche entièrement subordonnée aux hasards, à l'*aléa* de la guerre, celle des réquisitions et des fourrages? Toutes opérations qui rentrent dans la spécialité de la cavalerie, et pour lesquelles elle doit avoir une organi-

sation, des éléments appropriés. Non pas qu'avec un entraînement d'imitation auquel n'ont point su résister quelques écrivains contemporains, nous pensions assigner à nos cavaliers ce rôle prépondérant et parfois téméraire, qui a valu aux escadrons américains de la guerre de la sécession une réputation devenue légendaire. Nos conceptions sont plus modestes, et nous tenons, avec la majorité, qu'une telle assimilation des deux théâtres d'opérations, de la vieille Europe sillonnée de routes, couverte de populations denses et de places fortes, avec la jeune Amérique aux steppes immenses, aux prairies et aux forêts vierges; nous tenons qu'une telle assimilation serait, en vérité, la plus dangereuse et la moins justifiable erreur de géographie militaire. Laissant, au surplus, à d'autres plus compétents le soin d'élucider cette thèse de haute stratégie, essayons de jeter les bases d'une évaluation numérique, en restant dans la donnée des théâtres de guerre européens.

Pour la garde des lignes de communication, rappelons les principes auxquels nous nous sommes arrêté, dans le texte, comme désidératums de l'avenir. Chaque corps d'armée a, pour son service propre (recrutement, ravitaillement, etc.), au moins une ligne ferrée (ou sous-ligne). La tête-de-ligne doit, pour des raisons stratégiques dont quelques-unes ont été signalées, être constamment maintenue à une moyenne de *trois ou quatre* étapes de cantonnements ou des positions de combat. Cette distance intermédiaire est franchie par étapes, soit par les détachements de renfort, soit par un va-et-vient organisé du matériel roulant des parcs. Quoi qu'il en soit de cette organisation future et des mesures de détail à intervenir, nous constatons de ce chef la nécessité pour la cavalerie d'une action de garde permanente et régulière, devant s'étendre, en arrière de chaque corps, sur un rayon de près de *80* kil.

Quant à la contre-partie, c'est-à-dire aux attaques, aux incursions sur les flancs ou sur les derrières de l'ennemi, il faut bien reconnaître, tout en admettant le principe d'un certain personnel consacré à cette tâche, que la nature

même des opérations essentiellement incertaine, capricieuse et subordonnée aux circonstances, s'y dérobe absolument à toute évaluation numérique. Nous ne la mentionnons, en conséquence, que pour mémoire, et à titre d'appoint nécessaire, mais incompatible avec tout calcul arrêté d'avance.

Cette réserve faite, il est possible de se formuler une opinion motivée sur le mode d'organisation et de répartition le mieux approprié à la cavalerie chargée de la double mission dont on vient de parler. Nous voyons, en effet, que cette mission, hormis les exceptions et les éventualités, se trouve à peu près *individualisée* pour chaque corps d'armée. Donc, concluerons-nous, c'est de la *cavalerie de corps* qu'il faut ici. C'est sous le commandement exclusif de chaque commandant de corps que doivent être placés les escadrons chargés de sa garde *défensive* ou *offensive*.

La question de l'effectif est moins facile à trancher. La garde des lignes seule fournit une base certaine. Le reste est vague. Nous estimons, sous toutes réserves, à *un* régiment par corps au *minimum*, le nombre de cavaliers nécessaires pour assurer cette partie du service dans des conditions moyennes.

L'ensemble des réflexions précédentes conduirait donc, en partant de la donnée des deux rôles prépondérants indiqués plus haut, comme désormais assignés à la cavalerie, à la conception de deux espèces de cavalerie, comportant respectivement les effectifs moyens suivants :

	Par armée de 4 corps	—	Par corps
a) *Cavalerie d'armée* (cavalerie légère)	*8* régiments	—	*2* régiments
b) *Cavalerie de corps* (cavalerie mixte)	*4* régiments	—	*1* régiment
Totaux....	*12* régiments	—	*3* régiments

Jusqu'ici, nous n'avons point parlé du service sur le champ de bataille même, c'est-à-dire du rôle de la cavalerie employée

comme *machine de choc*. C'était autrefois, pour cette Arme, le rôle prépondérant. Ce n'est plus aujourd'hui qu'une portion secondaire de la tâche beaucoup plus complexe dévolue aux escadrons de l'avenir. Sans revenir ici sur une controverse traitée, de part et d'autre, par les spécialistes, avec une égale ardeur; sans insister davantage sur les arguments qu'on peut opposer aux adversaires trop absolus de l'ancienne tactique des *charges*; nous nous contenterons de nous rallier à l'opinion moins excessive de ceux qui admettent encore, pour la cavalerie, un rôle de bataille fructueux, et qui ne voient point, dans les trop mémorables échecs de quelques grandes charges mal conduites, une raison péremptoire de conclure à l'éviction définitive de cette ressource suprême. Donc, de ce troisième et dernier chef, résulte la nécessité d'avoir, dans chaque corps, une certaine quantité de *cavalerie de combat* proprement dite. Cette cavalerie, suivant nous, doit être affectée à chaque division. Ce sera la *cavalerie divisionnaire*, formant le troisième groupe de l'ensemble des cavaliers attribués à une armée. Quant à l'effectif, nous le supputons à *un escadron* par brigade, soit pour ce troisième groupe :

Un régiment par corps d'armée (cavalerie lourde).

Donc, en résumé, pour toute la cavalerie :

a)	*Cavalerie d'armée*..	2 régim^{ts}	cavali^{e}	légère	par corps
b)	— *de corps*..	1 —	—	mixte	
c)	— *divisionn^{re}*	1 —	—	lourde	
	Total...	4 régiments.			

Quatre régiments de cavalerie, ou environ *3,000 à 3,500* cavaliers par corps d'armée, ce qui nous ramène à la proportion moyenne de *un* cavalier par 10 ou 11 hommes, indiquée dans le Livre I. Tel est l'effectif *minimum* que nous considérons comme susceptible de répondre, pour le moment au moins, aux besoins des armées modernes, sans excéder les limites d'un budget modéré.

Rem. — Il ne sera pas sans intérêt de placer, en regard

de nos propres déductions, les différents effectifs auxquels sont arrivés quelques écrivains militaires contemporains, procédant chacun, suivant une méthode personnelle; et finalement les chiffres auxquels vient de s'arrêter la Commission de réorganisation de l'armée.

1° COLONEL LEWAL *(Journal des Sciences militaires)*.

Par un calcul méthodique des proportions de l'éclairement, basées sur les postulatums suivants :

Front d'une armée	55 kilom.
Profondeur d'éclairement.....	20 —

Triple ligne, par réseau.

Cet officier arrive à demander *4,500* hommes environ par corps d'armée. Cet effectif serait réparti en quatre régiments, dont :

Deux régiments — Brigade — *Cavalerie de corps*
Deux — — — — *Cavalerie divisionnre*
Quatre régiments ou *4,500* cavaliers.

2° A. SIMONEAU *(Journal des Sciences militaires)*.

Cet auteur propose :

1° *Cavalerie d'armée*	2 légions ou 4,000 hommes par armée	
	soit : 1,000 — par corps	
2° *Cavalerie de corps*	1 légion ou 2,000 hommes par corps	
Total par corps...	*3,000* cavaliers.	

3° SCHERFF (*Etude militaire sur le service d'exploration*).

Cet officier, spéculant sur une fraction d'armée occupant un front de 35 à 40 kilom. (soit à peu près la moitié de notre hypothèse), évalue le nombre de cavaliers nécessaires pour « *Voir et empêcher de voir* » aux chiffres suivants :

1er rideau	2 régiments
2e rideau	2 —
Réserve centrale.....	1 brigade
Total....	6 régiments

Ou pour le front d'un seul corps (15 à 20 kilom.) 3 régiments.

4° PROJET DE LA COMMISSION DE L'ASSEMBLÉE (1873).

Ce projet comporte, dans sa forme actuellement connue :

1° *Cavalerie de corps*.....	3 régiments par corps	
2° *Cavalerie d'armée*..... (Une division par armée)	1 régiment	—

On peut juger combien ces différents projets se ressemblent entre eux (comme effectifs totaux, sinon comme répartition), et combien ils se rapprochent de nos propres désidératums.

NOTE *g*

sur quelques conditions d'organisation et d'aménagement des *GARES PRINCIPALES*.

La question des *embarquements* et des *débarquements* a été traitée dans le texte du Livre II, sous l'hypothèse, évidemment implicite, d'une organisation de gare complètement appropriée à ce service. On a supposé, en d'autres termes, qu'à chaque centre où doit se pratiquer une opération de ce genre ayant quelque importance, rien ne fait défaut comme machines, matériel ou constructions fixes. Cette hypothèse est, au surplus, d'accord avec l'ensemble des idées actuellement admises sur la meilleure appropriation possible des voies ferrées au service des armées. Dès-lors qu'il est établi et reconnu que les chemins de fer constituent désormais les lignes stratégiques par excellence de toutes les opérations de guerre, il est élémentaire, ainsi que nous l'avons rappelé à plusieurs reprises, de tenir, au plus tôt, le tracé, la construction et l'aménagement de notre système ferré à hauteur de cette mission, importante s'il en fût. C'est une question tranchée, où l'hésitation n'est plus permise que sur le terrain même de l'exécution, dans l'ordre des détails techniques, mais dont l'écrivain militaire a le droit d'ajourner *à bref délai* les lacunes malheureusement encore trop nombreuses. C'est

donc avec la plus légitime confiance que nous avons spéculé, pour nos calculs, non point sur l'état *actuel* visiblement défectueux, mais sur l'état *prochain*, dont au reste les gages non équivoques nous sont donnés par le mouvement général des idées comme par les efforts effectifs du gouvernement (1).

Cette question considérable de l'organisation de nos réseaux ferrés et de leur aménagement au point de vue militaire n'a pu être, bien entendu, traitée que fort incidemment, en quelque sorte effleurée au cours de notre travail. Elle implique en outre un ensemble de connaissances techniques, dont il y aurait quelque témérité à prétendre réunir l'encyclopédie complexe. De telles études sont, au premier chef, et le Ministre de la guerre l'a sagement senti, la tâche réservée des commissions de spécialistes. A elles de centraliser les documents, de réunir et surtout de trier avec compétence les matériaux épars, pour élever l'édifice définitif. A nous d'apporter chacun notre appoint, d'offrir le résultat de nos méditations individuelles, et d'attendre.....

C'est dans cet ordre d'idées que nous allons tenter une incursion discrète dans le domaine technique, et présenter en certains points le développement de quelques considérations émises dans les Livres précédents.

Nous laisserons de côté tout ce qui peut être relatif au personnel, à l'administration et au système de combinaisons auquel on jugera quelque jour opportun de s'arrêter, pour faire passer sans encombres une ligne ferrée quelconque du *pied de paix* au *pied de guerre*. Nous concentrerons exclusivement ces quelques réflexions sur le service intérieur des gares d'expédition, et particulièrement, dans ce service, sur l'examen du *matériel* et des *constructions fixes*, questions

(1) On sait qu'une ***Commission militaire supérieure des chemins de fer*** a été nommée par décret du 14 novembre 1872, et que les travaux de cette haute commission doivent avoir pour objet de doter au plus vite l'armée d'une législation, qui la mette en mesure de tirer des voies ferrées tout le parti possible, en paix comme en guerre.

qui appartiennent, on le sait, aux deux branches techniques désignées par les noms de « *Voie* » et « *Traction* ».

MATÉRIEL ROULANT.

Les *machines* et les *wagons* sont les éléments essentiels de ce matériel. Il importe de nous rendre compte, au moins d'une façon approximative, comment et dans quelle limite il sera possible de subvenir, à un moment donné, aux énormes besoins de la circulation militaire avec les ressources actuelles de nos grandes lignes. On sent bien également, à cet égard, qu'il ne suffit point d'indiquer sommairement un chiffre, une moyenne exigible; mais qu'on doit se préoccuper au même titre des moyens de répartition permanente et de concentration éventuelle, en un mot, des procédés de manipulation pratiques, propres à ces accumulations exceptionnelles de véhicules. Nous parlerons d'abord des wagons.

Le nombre des expéditions journalières requises par le service militaire en cas de guerre pourra s'élever, avons-nous dit, pour la ligne à deux voies, jusqu'à une moyenne de *vingt trains* par jour (dans le sens seul de l'expédition), moyenne non accidentelle, mais *courante* et susceptible de persister pendant plusieurs jours consécutifs. A *35 ou 40* (1) wagons par train, comme nous l'avons admis en principe pour la *région de plaine* (Livre II, §§ 1 et 2), ce serait donc un total de *800* véhicules environ à concentrer, chaque jour, dans la station choisie comme tête d'étapes militaires. Il est clair,

(1) Les règlements en vigueur fixent le nombre *35* comme limite supérieure de la composition des trains. Les raisons qui imposent à cet égard la nécessité d'une réglementation sont aisées à deviner. Force des machines ; — résistance des rails ; — nature des courbes, etc. L'important est que la réglementation marche du même pas que le développement technique et n'arrive point, à la longue, à être une entrave au progrès. C'est dire que les règlements sont choses essentiellement *mobiles*, et qu'il nous est permis, dans une étude de ce genre, de ne point rester toujours dans la *lettre* de leurs prescriptions.

d'ailleurs, que cette concentration sera *exigible* dans des conditions fort différentes, suivant la longueur du trajet à faire exécuter à l'ensemble des convois. Le stock nécessaire pour les premiers départs sera, en d'autres termes, absolument subordonné à la possibilité plus ou moins grande d'organiser un service régulier de *retours*. C'est ainsi qu'avec des distances modérées de 100 ou 200 kil., avec des retours pouvant s'effectuer dans la journée même, la gare d'expédition sera parfaitement en mesure de suffire à la tâche journalière avec un approvisionnement ne s'élevant qu'à une *fraction* des 800 wagons requis par 24 heures.

Il ne sera point, à ce propos, sans intérêt, pour mieux traduire notre pensée, de recourir au langage qui, sous une forme abstraite et peu attrayante il est vrai, a toujours le précieux avantage de la netteté, au langage mathématique. Les relations à constater entre les différentes données de la question seront incontestablement mieux fixées à l'aide d'une simple formule élémentaire, que par les périphrases de tout autre commentaire.

Il s'agit, en somme, d'évaluer le temps nécessaire à l'exécution du double trajet d'aller-et-retour, au débarquement des trains à l'arrivée, à la visite enfin et, s'il y a lieu, à la remise en état du matériel, pour en déduire le nombre de trains expédiés dans le même intervalle et, finalement, la quantité de wagons dont il est nécessaire de disposer au début de l'opération. Les données à mettre en présence sont :

D — Distance à laquelle l'expédition doit se faire (évaluée en kilomètres).

t — Temps employé au débarquement de chaque train. Cette quantité est, on le sent, éminemment variable. Indépendamment de toute hypothèse sur l'organisation de la gare d'arrivée, sur ses ressources en personnel, l'*évacuation* ou le *déchargement* des voitures sont des opérations fort différentes suivant qu'il s'agira d'un train de troupes ou d'un train de

matériel. Limitées dans le premier cas à une durée de quelques heures au plus (v. § 3, Livre II), elles peuvent embrasser dans le second cas des journées entières, comme on l'a vu (Livre I) pour les trains d'un équipage de siége. Observant toutefois qu'il ne s'agit actuellement que d'un attirail de campagne relativement plus maniable, nous attribuerons à *t* une valeur moyenne de *3 heures*, bien suffisante si l'on admet un service convenablement pourvu et dirigé.

a — Temps (toujours évalué en heures) nécessaire à la visite et à la remise en état des wagons, s'il y a lieu, à la gare d'arrivée. Disons tout de suite que cet élément n'entrera sérieusement en ligne de compte que dans le cas des distances considérables exigeant au moins un jour de marche à l'allée. Pour ces parcours nous admettrons, d'une manière générale, que le matériel demande *un jour* de repos entre deux voyages. Mais on comprend qu'en-dessous de cette limite, après des parcours d'une fraction de journée, le retour *immédiat* d'un convoi déchargé soit une mesure parfaitement admissible.

La quantité *a* aura donc une valeur *zéro* ou égale à *12* heures, suivant les cas.

T — Temps total (exprimé en heures) nécessaire pour le retour complet. C'est la somme des quantités que nous venons d'énumérer, savoir (en tablant sur une vitesse de marche de 40 kil. à l'heure) :

$$T = \frac{2.D}{40} + t + a$$

S — Le stock de véhicules qui doivent au premier moment se trouver réunis à la gare d'expédition. Le régime supposé de *20* trains par jour implique à peu près, sauf les changements accidentels, un train par heure. A *40* wagons par train, le temps T assign

immédiatement la valeur du stock exigible. Elle est évidemment de $40 \times T$, d'où l'établissement de la relation, dont il conviendra de prendre les indications comme repères:

$$\text{(i)...} \quad S \geqq \left(\frac{2.D}{40} + t + a\right) 40$$

Il suffit d'assigner à D quelques-unes des valeurs comprises dans l'échelle des distances qu'on doit s'attendre à rencontrer dans les mouvements de mobilisation, de concentration ou de stratégie militaires, pour nous procurer sur les valeurs de S les renseignements cherchés.

Ces substitutions successives donnent les résultats suivants :

Distances d'expédition — D	Valeurs du Stock — S
100 kil.	320 wagons
200 —	520 —
300 —	720 —
400 —	920 —
500 —	1,120 —
600 — (1) (Distance que nous considérons comme la limite de celles qui sont franchissables dans un jour)	*1,800* —
700 —	2,000 —
800 —	2,200 —

(1) On sent bien que nos chiffres ne sauraient avoir qu'une valeur essentiellement ***conditionnelle***. Nous ne rapportons point, en un mot, ce qui se fait, encore moins ce qui s'est fait, puisque rien ne s'est encore fait méthodiquement. Nous essayons de ***présumer*** ce qui sera possible dans l'avenir. Grandes peuvent donc être nos erreurs. Ainsi, la distance de *600 kilom.*, indiquée comme susceptible d'être franchie en un jour par des trains se suivant d'heure en heure ; la vitesse de *40 kilom.* qui leur est attribuée....., tous ces chiffres ***essayés*** seront peut-être tenus comme trop forts ou trop faibles. Nous déclinons d'avance toute prétention à ***l'absolu*** en ces matières. Mais, quoi qu'il en soit de ces inexactitudes assurément excusables, le principe même de notre argumentation subsiste, ainsi que notre méthode d'investigation.

Tant que la distance à franchir reste inférieure au trajet (600 kil.) d'une journée, le stock de wagons à réunir n'excède point sensiblement le chiffre total des besoins journaliers, résultat facile à prévoir et que nous avions annoncé. Au-delà, la limite de 800 voitures se trouve de plus en plus dépassée. Il s'agit actuellement de nous assurer dans quelle mesure les ressources de nos grandes lignes pourraient répondre à ces exigences et de signaler, en cas d'insuffisance, quelques-unes des améliorations à introduire.

L'ensemble des lignes du réseau français, d'après les statistiques de 1870 (les dernières dont nous ayions pu avoir connaissance), se trouvait pourvu, tant en wagons de voyageurs qu'en wagons de marchandises, d'une moyenne évaluée *en bloc* à 8 véhicules par kil. de voie (1). Admettons, sous réserve, cette moyenne, qui comprend d'ailleurs des voitures de toute espèce, depuis le wagon de luxe jusqu'au truck de terrassement, mais dont la diversité n'offre évidemment, au point de vue des transports militaires, aucun inconvénient sérieux. Ce service, en effet, n'implique pas moins que le trafic ordinaire une variété considérable d'éléments, de matériaux à manipuler, et, par conséquent, de moyens appropriés à mettre en œuvre. Quoi qu'il en soit des proportions respectives de chaque catégorie, nécessairement variables avec chaque réseau partiel et même, avec chaque région d'un réseau, il est clair que la masse du matériel existant n'est point soumise à une circulation *permanente;* qu'elle est, au contraire, ou doit être calculée de manière à permettre un régime de mouvement et de repos alternatifs nécessaires pour l'entretien et la conservation de ces organes dispendieux. Une partie seulement, en d'autres termes, de la moyenne indiquée plus haut se tient sur rails à un moment donné; le reste est remisé dans les *dépôts*, pour fournir ensuite sa tâche au moment déterminé par un système de

(1) Le chiffre total indiqué était de *132,000* véhicules pour *16* à *17,000* kilomètres de voie exploités.

roulement régulièrement organisé. Les périodes de ce roulement varient peu d'une compagnie à l'autre ; elles dérivent d'un ensemble de considérations techniques et de données empiriques qui imposent, en quelque sorte, l'uniformité des méthodes. Il est reconnu, en effet, qu'une voiture peut faire quotidiennement un trajet de *60 à 70* kil. sans aucune interruption. Or, on lui fait accomplir, en service courant, une moyenne de *200* kil., soit environ trois fois autant ; la conséquence est donc qu'à *un jour* de service actif succèdent *deux jours* de repos, ou qu'en d'autres termes, la quantité de matériel remisée en permanence, dans les dépôts, dans les ateliers de réparation, dans les hangars de manipulation, etc., représente à peu près les *deux tiers* de la masse totale existante sur la ligne.

Ces observations ne sont point pour nous une digression superflue. Nous emparant, en effet, de ce résultat comme étant l'expression approximativement exacte de la réalité, nous pouvons en conclure, relativement aux *dépôts de matériel* de nos lignes ferrées, à leur échelonnement le long du parcours, à leur importance individuelle, les notions qui nous sont actuellement nécessaires.

Dès-lors qu'il s'agit d'abriter, ou au moins de remiser tant bien que mal une moyenne de cinq à six véhicules par kil., on présume que les conditions d'espace, de manipulations, de visite et de contrôle imposent pour ces agglomérations certaines règles, dont l'expérience a dû consacrer à peu près partout la salutaire observation. Par le fait, la plupart des dépôts de nos grandes lignes se trouvent échelonnés à des distances oscillant communément, entre les limites de *40* et *60* kil. Si l'on observe qu'avec une semblable distribution, ils doivent suffire à un minimum de 300 voitures ; que l'espace nécessaire à un tel rassemblement n'atteint pas moins de *9,000* m./q. ou près d'un hectare de superficie (1) ; on com-

(1) Les différentes catégories de véhicules français n'ont pas tous les mêmes dimensions. En nous bornant aux types les plus usités jusqu'aujourd'hui, nous pouvons prendre *8m50* et *3m50* comme les deux dimensions

prendra une des nombreuses raisons qui ont conduit, pour l'espacement des dépôts principaux, aux distances en usage.

Ainsi, des dépôts échelonnés à peu près de 50 kil. en 50 kil., renfermant, en plus du matériel tenu en service courant sur la voie, des stocks individuels de *300* véhicules divers, mais tous utilisables. Telle est l'importante donnée qu'il convient actuellement de mettre en regard des exigences constatées plus haut pour le service des grands transports militaires (corps d'armée ou fraction d'armée). C'est pour cet examen que les quelques chiffres, calculés précédemment d'après la formule (*i*), vont nous servir de points de repère.

Jusqu'à la distance de *100* kil., dont l'*exécution* ininterrompue demande un premier stock réuni de *320* voitures, la réserve d'un seul *dépôt* sera suffisante pour assurer le service, à la condition, bien entendu, de la suppression à peu près complète de toute autre circulation. Dans cette hypothèse, qui sera, par exemple, celle d'une *place-pivot* expédiant un corps d'armée à la frontière, ou bien encore, celle d'un mouvement de mobilisation dans l'intérieur d'une circonscription territoriale; dans cette hypothèse, l'opération pourra comporter un *roulement* régulier de plusieurs jours consécutifs avec les seules ressources de la gare d'expédition en matériel. Il est à peine nécessaire d'ajouter que des expéditions de cette importance sont toujours supposées ne partir que de gares centrales, *spécialement* désignées et organisées

de la superficie occupée par un wagon, y compris les allées d'aérage, de circulation, etc..... De là un espace de *30* m./q. par wagon. C'est, du reste, dans l'hypothèse de wagons de ce type qu'ont été faites toutes les évaluations comprises dans notre travail.

On imagine bien, d'ailleurs, qu'en parlant de ***dépôts***, de ***remises***, etc...., nous n'entendons point par là que tout le matériel au repos, y compris les simples trucks, se trouve soigneusement abrité sous de superbes hangars. Ce genre de construction est réservé aux wagons de voyageurs. Le reste est simplement tenu en plein air sur des voies spéciales dites ***voies de remise***. C'est ainsi que les plus grands dépôts ne possèdent guère des abris couverts que pour 40, 50 ou 60 voitures, sauf les grandes têtes de ligne, comme Paris, Lyon, etc.

pour cet objet et représentant, en un mot, *ces grandes gares militaires* dont nous demandons ailleurs, avec nombre d'écrivains militaires, la répartition méthodique le long de notre réseau ferré.

Au-delà de *100* kil. et pour toute distance inférieure à celle de *600* kil. admise comme moyenne du trajet d'une journée, le chiffre du premier stock nécessaire augmente rapidement; il atteint, entre 300 et 400 kil., la valeur exigible pour une journée entière d'expédition (800 voitures), et dépasse *1,100* pour *500* kil.

Cette dernière distance de *500* kil., sur laquelle nous nous arrêtons à dessein, se trouve, suivant nous, dans la région d'une ligne *de démarcation* qu'il importe de signaler, et qui peut se caractériser par les considérations suivantes :

Les expéditions de troupes *organisées* à grandes distances, expéditions dont il s'agit spécialement ici, seront le plus généralement de celles qui s'exécutent au moment de la concentration des corps d'armée et de la formation des armées. Envoi d'un corps d'armée constitué vers le point désigné de la frontière; ou bien, parfois, *virement* rapide d'une aile, par suite de remaniements stratégiques, d'une armée à une autre. Telles sont les opérations rentrant, plus particulièrement, dans la catégorie que nous examinons. Dans ces diverses hypothèses, il est visible qu'on disposera, en principe et tout d'abord, pour l'exécution du travail, des ressources intégrales correspondantes à toute une circonscription territoriale de corps d'armée, soit quatre ou cinq départements suivant les cas; que, par conséquent, eu égard à la superficie moyenne d'une circonscription territoriale militaire (1), à la *densité* actuelle ou prochaine de notre réseau ferré, et abstraction faite des anomalies ou intermit-

(1) La France entière étant divisée en *18* circonscriptions territoriales militaires, ce serait une moyenne de près de trois millions d'hectares ou *30,000* kilom. carrés par circonscription. — La seule indication de ces dimensions, dont nous signalons simplement les chiffres généraux, moyens et *compensés*, suffit pour expliquer les hypothèses du texte. En fait, on peut

tences de répartition, on peut raisonnablement évaluer à un minimum de *trois* le nombre des grands *dépôts* de matériel (ou à l'équivalent en petits dépôts), dont les véhicules se trouveront presque immédiatement, sans mesures préparatoires compliquées, disponibles pour l'expédition projetée. C'est donc, en tablant sur nos données conventionnelles, un minimum assuré de *1,100 à 1,200* voitures, dont la réquisition doit être considérée comme exécutable presque instantanément, et par des dispositions limitées, en quelque sorte, au cercle administratif intérieur de la seule circonscription qui opère. Il est superflu d'insister sur les avantages évidents qu'assurera toujours la réalisation de cette dernière condition.

Mais ces chiffres de 1,100 à 1,200 voitures répondent à la distance de *500* kil. que nous venons de signaler. Au-delà, les exigences croissantes de l'expédition dépassent de plus en plus les ressources intérieures de la circonscription. Il deviendrait en conséquence nécessaire, pour toutes les distances supérieures, de recourir, dans une proportion plus ou moins considérable, aux dépôts existants sur toute la ligne à parcourir, de faire *le vide*, en d'autres termes, sur l'étendue partielle ou intégrale du parcours. De là un ensemble d'ordres plus nombreux à expédier, de mesures plus compliquées, entraînant forcément avec elles leur cortége habituel de retards, d'accidents et quelquefois de conflits administratifs. Et cependant les distances dont il s'agit (à partir de 600 kil.), tout en ne constituant, il est vrai, que la tâche présumable d'un certain nombre de circonscriptions militaires (celles du Centre, de l'Ouest, du Sud-Ouest), n'en représentent pas moins, et précisément en raison de leur longueur, celles dont il importe, au premier chef, de se préoccuper. Ce sont évidemment les mouvements des corps les plus éloignés de la frontière qui formeront toujours la partie la plus difficile, la

s'assurer, qu'élimination faite des cas *extrêmes* dans les deux sens, la grande majorité de nos circonscriptions territoriales militaires possèdent un réseau ferré compris entre *500* et *600* kilom.

plus délicate de tout travail de concentration, celle pour laquelle il faudra tout spécialement s'efforcer d'éliminer, par le meilleur système de combinaisons organiques, tout obstacle parasite, toute corvée superflue. Serait-il, dès-lors, rationnel ou prudent de considérer l'état actuel des choses comme *normal* et suffisamment rassurant pour l'avenir? La réponse ne saurait être douteuse, et s'il est incontestable que les lacunes à combler soulèvent de graves difficultés au double point de vue militaire et financier, nous ne croyons pas que l'urgence même des améliorations réclamées rencontre d'adversaire sérieux.

Voulant rester fidèle, quant à nous, à notre méthode d'investigations individuelles, nous n'hésiterons point à indiquer un des moyens par lesquels on parviendrait, sans être contraint à l'expédient *in extremis* des réquisitions lointaines de matériel, sans s'exposer à jeter un trouble subit sur toute l'étendue d'une ligne, à résoudre le problème des transports militaires à grandes distances (au-delà de 500 ou 600 kil.). Il suffirait, suivant nous, que, dès aujourd'hui, le gouvernement adoptât, pour la partie au moins des circonscriptions militaires notablement éloignées des frontières, la mesure suivante :

Création, pour chacune des circonscriptions territoriales visées, d'un *matériel spécial de guerre*, dont le nom même indiquant la destination exclusive, en ferait un stock à part, remisé en temps de paix dans les bâtiments des compagnies, mais absolument soustrait à toute autre action que celle des agents militaires. L'importance de ce stock régional serait calculée d'après des considérations analogues à celles dont nous venons d'essayer une analyse sommaire. Nous croyons, sous toute réserve, qu'en l'évaluant à *400* ou *500* voitures par corps d'armée, on se trouverait en mesure de parer à toutes les éventualités et, notamment, de se contenter, pour toutes les distances d'expédition, comme on le peut jusqu'à 500 kil., des seules ressources intérieures de chaque circonscription.

Ce stock de guerre comprendrait, bien entendu, des véhi-

cules de toutes catégories, mais principalement des voitures organisées pour le transport du personnel. Une semblable création fournirait, en outre, et cette considération ne nous paraît pas la moins décisive, l'occasion fort opportune d'apporter à cette catégorie de véhicules certaines améliorations unanimement réclamées. Il conviendrait, notamment, de renoncer, pour les wagons militaires proprement dits, à cette incommode disposition de *portières* partielles, à ce compartimentage gênant, qui peut répondre parfaitement aux besoins de la circulation civile, mais qui ne permet les transports de troupes qu'à la condition d'une dislocation et d'un désarroi profondément regrettables dans les petites unités tactiques. C'est un détail, dira-t-on, mais un détail dont l'importance n'échappera à aucun lecteur militaire. Si l'on pouvait, et c'est là l'objectif que nous recommandons aux esprits chercheurs, si l'on pouvait organiser un wagon permettant aux 40 ou 50 hommes du *chargement complet*, d'entrer et de sortir presque simultanément, de passer du quai à la voiture et réciproquement, sans désarmement préalable, sans désordre et comme par une manœuvre d'ensemble; un wagon, par exemple, *dont un panneau latéral s'ouvrant à charnière, tout d'une pièce, servirait lui-même de rampe d'embarquement;* on aurait certainement, à l'aide de cette combinaison ou de toute autre à demander à l'expérience, réfuté dans la mesure du possible une des plus graves objections faites aux transports militaires par voie ferrée comme *agents désorganisateurs* (1).

(1) Cette question du meilleur modèle de wagon pour transport de personnel comporterait assurément plus d'une solution avantageuse et surtout préférable à ce qui existe. L'important n'est pas tant de trouver, du premier coup, le type le plus parfait, que de prendre sérieusement les mesures nécessaires pour améliorer graduellement ce qu'on a. Le matériel des compagnies françaises date en général d'une époque où l'on ne prévoyait guère le développement prodigieux et surtout la nature complexe des applications réservées à la locomotion à vapeur. Ne serait-il point, dès-lors, conforme à la logique comme à l'équité, que l'État intervînt, exerçât son influence directrice dans l'œuvre de renouvellement de ce matériel; qu'on imposât, par

Quoi qu'il en soit de cette proposition incidente, la création des *stocks régionaux de matériel militaire*, envisagée au point de vue financier, constituerait une dépense assurément considérable, mais dont le chiffre n'autoriserait point à rejeter, *ipso facto*, la question posée. Les wagons couverts de la dernière classe coûtent actuellement, si nos renseignements sont exacts, de *4 à 5,000* francs. Les simples trucks ne dépassent pas *3,000* francs. Le modèle à étudier pourrait s'exécuter, selon toute apparence, moyennant *4,000* francs pièce. En supposant que le tiers environ des circonscriptions militaires exigeât l'application de la mesure (les circonscriptions voisines de la frontière, ou celles qui ont leurs chefs-lieux dans de grands centres industriels, tels que Paris, Lyon, Nantes, etc., étant naturellement exclues), en tablant donc sur six centres régionaux, ce serait un total d'environ *2,000* véhicules à faire construire, soit une dépense approximative de *8 millions*. *Huit millions* pour permettre l'exécution rapide des grandes concentrations; pour tenir désormais cette partie capitale et parfois décisive des premières opérations de guerre à l'abri des éventualités désastreuses résultant d'une pénurie de matériel ou de la confusion des services techniques; huit millions qui procureraient, enfin, au Ministre de la guerre cet autre avantage non moins précieux : celui de disposer largement et partout, sans passer par le concours précaire ou marchandé des compagnies, des éléments nécessaires à l'exécution courante de tous les exercices d'*embarquement* et de *débarquement*, auxquels une décision ministérielle récente (mai 1872) vient d'assigner une place définitive dans les réglements d'instruction militaire..... Pourrait-il se trouver, en vérité, dans notre malheureux pays, si châtié de son imprévoyance, une Assemblée, des

exemple, aux compagnies, pour la catégorie des *wagons de 3e classe*, de se conformer à un type déterminé, type organisé particulièrement en vue du service militaire? Il n'est pas présumable que de telles prescriptions, une fois consacrées par l'habitude, apporteraient une perturbation sensible dans le service du matériel des compagnies.

Ministres, résolus à disputer encore sur l'opportunité d'une semblable dépense?....

Il convient d'ajouter, qu'une fois adopté le principe d'un matériel militaire créé en permanence, il serait conforme à la plus rigoureuse équité de ne point laisser à la seule charge de l'Etat l'intégralité de la dépense, mais d'en répartir une portion convenablement calculée sur les compagnies intéressées. N'est-il point évident, en effet, qu'elles auraient dans l'existence de cette réserve spéciale un appoint salutaire pour leur propre matériel, un sûr garant, en quelque sorte, de se voir désormais à l'abri des réquisitions excessives et des corvées écrasantes? Leur intérêt, en un mot, recueillerait à la mesure un bénéfice non contestable et pour lequel l'Etat serait dans son droit strict de stipuler quelques compensations (1). Ce n'est point au moment où des plaintes motivées s'élèvent de toutes parts, contre l'insuffisance de nos grandes lignes pour répondre aux besoins croissants du trafic national, et contre le monopole qui tend à *éterniser* cette situation énervante; ce n'est point surtout à l'heure où la *Commission parlementaire d'enquête sur les voies ferrées* vient de constater que l'engorgement si regrettable de 1871-1872 devait s'attribuer bien moins à la *pénurie des rails* qu'à celle des *véhicules* (2); ce n'est point, assurément, en présence d'une telle situation, à laquelle la France ne saurait se résigner, que les Compagnies, méconnaissant à la fois leurs devoirs et leurs intérêts bien entendus, refuseraient ou disputeraient leur concours pécuniaire.

Si nous avons particulièrement insisté sur la question des véhicules, nous n'avons point heureusement les mêmes raisons de le faire à l'égard des machines-locomotives. On peut s'assurer, en effet, par les chiffres moyens du stock actuellement existant sur l'ensemble de notre réseau ferré, que le nombre des *moteurs* est largement suffisant, eu égard

(1) L'armée allemande employait plus de 20,000 véhicules des compagnies françaises pendant l'occupation.

(2) Observation consignée dans les rapports de la Commission.

au moins au nombre des voitures. Cette moyenne donne à peu près *une* machine pour *trois* kilom. (ou trois ou quatre machines par myriamètre), ce qui équivaut à la proportion de *une machine pour 25 véhicules,* proportion plus que suffisante pour assurer le service de la traction dans toutes les hypothèses.

Ce n'est pas qu'au point de vue technique, cette catégorie du matériel n'appelle, assurément, de nombreuses modifications et d'incessants perfectionnements. Ce serait assez naïvement supposer l'immobilité, dans la science et dans les arts mécaniques dont le régime ne s'accommode, au contraire, que d'une perpétuelle marche en avant. Nous avons signalé notamment, au cours de cette étude, l'importante question de l'alimentation des machines en eau et en combustible. Sans nous arrêter plus qu'il ne convient sur ce problème technique, rappelons les lourdes charges qu'il impose non-seulement au chapitre des frais d'exploitation, mais encore au service même de l'exploitation. Le tender, qui porte l'approvisionnement roulant de son moteur, ne peut, en effet, suffire, on le comprend, qu'à un approvisionnement limité. De là, inévitable nécessité d'échelonner le long de la voie ces dépôts d'eau et de charbon, dont nous avons parlé; dépôts qui sont comme les *étapes* forcées des machines, dont les arrêts doivent ainsi se multiplier en raison même de la rapidité de circulation et de la pesanteur du train remorqué. Un seul moyen efficace de réduire le nombre de ces stations, d'éviter ces pertes de temps, s'entrevoit dès à présent, sans avoir donné encore autre chose que de sérieuses espérances. Nous voulons parler des perfectionnements du chauffage ou de la vaporisation de l'eau, par une amélioration ou par un choix mieux entendu de tous les organes mécaniques ou éléments qui concourent à ce service.

En tête figure la nature même du combustible. La houille (ou le coke de houille), qui est actuellement la substance à peu près universellement employée dans les foyers des machines à vapeur; la houille, on le sait, ne peut donner sous le même poids qu'un nombre de *calories* notablement

intérieur à celui que fourniraient divers combustibles hydrocarburés, gazeux ou liquides, tels que le gaz d'éclairage, l'huile de pétrole, etc. L'huile de pétrole, notamment, dont de nombreux essais permettent déjà d'entrevoir l'introduction peut-être prochaine, aurait une puissance calorifique presque égale aux 3/2 de celle du charbon de terre (1). La substitution de ce combustible équivaudrait donc à un gain d'environ *50* °/₀. La chose vaut assurément la peine qu'on poursuive opiniâtrement ces recherches, dont la principale difficulté réside dans l'emploi d'un combustible liquide, à vapeur éminemment subtile et inflammable.

Les perfectionnements relatifs à l'organisation même des appareils de chauffage ne sauraient se formuler d'une manière aussi précise, surtout au courant de notre examen forcément sommaire. Nous nous bornerons à rappeler, d'une manière générale, les vœux incessamment et instamment exprimés par tous les organes autorisés de la science et de l'industrie, pour la prompte réforme de cette branche technique d'une importance si considérable et pour la diminution de cet énorme *gaspillage* de combustible, dont les conséquences inquiètent sérieusement les hommes compétents, sinon pour nous, au moins pour les générations futures. Une simple citation suffira pour montrer les proportions effectivement *effrayantes* de cette déperdition journalière du plus précieux de nos agents industriels. Une bonne machine à vapeur demande dans les conditions moyennes actuelles *un* kilog. de houille par *cheval-vapeur* et *par heure*. Théoriquement, il lui en faudrait *100* grammes. Ainsi, déperdition de 900 °/₀, ou rendement réel de la machine *égal à 10* °/₀ (2)! On voit que les inventeurs ont de la marge....

(1) On sait que *un* kilog. de houille fournit par sa combustion un maximum de *8,000 calories*, c'est à dire 8,000 fois la quantité de chaleur nécessaire pour élever de *un degré* centigrade la température d'un kilog. d'eau. *Un* kilog. d'huile de pétrole, d'autre part, développe environ *11,000 calories*. Sa puissance mécanique, *puisque la chaleur est du travail*, vaut donc 1,47 fois celle de la houille.

(2) Ces citations qu'on peut, au surplus, trouver dans tous les traités

Le problème de l'alimentation de la machine en eau comporte des études non moins urgentes, sinon dans le sens de l'économie, du moins dans tout ce qui a trait au mode d'acquisition de ce précieux agent mécanique. Il suffit de nommer ces réservoirs presque monumentaux, ces grues hydrauliques,... sans compter la partie non apparente et la plus dispendieuse, la conduite d'eau elle-même ; il suffit d'énumérer ces nombreuses constructions réparties le long d'une ligne ferrée, pour comprendre l'étendue des charges qu'impose ce service, et tout l'intérêt qui s'y rattache à la réalisation du moindre perfectionnement. Sans prétendre, bien inopportunément d'ailleurs, aborder l'étude fort complexe de ces annexes indispensables, de leur distribution et de leur organisation ; mais à n'envisager la question qu'au point de vue exclusivement militaire, elle nous suggère une observation dont il nous paraît possible de tirer quelque profit.

Si l'on considère, en effet, la situation singulière de ces réservoirs, disséminés le long de la voie, tenus forcément en évidence, par leur relief considérable et, par conséquent, exposés, en cas de guerre, aux premières tentatives des incursions ennemies ; si l'on se pénètre, d'autre part, de l'importance capitale de ces constructions si aventurées, de la gravité désastreuse du moindre accident qui peut arrêter, d'une manière absolue, toute circulation ; nul doute qu'en se préoccupant de chercher un remède à d'aussi critiques éven-

spéciaux, sont particulièrement extraites d'une conférence de l'illustre savant industriel anglais *Siemens* sur les combustibles. Ce chercheur infatigable, auquel on doit déjà le remarquable procédé de chauffage (par la combustion des gaz) qui porte son nom, estime que de simples perfectionnements parfaitement réalisables pourraient faire économiser à l'Angleterre près de 100 % de sa consommation annuelle de combustible. L'extraction totale de houille, qui pour 1872, atteignait *123 millions de tonnes* répondait, défalcation faite de l'exportation, à une consommation nationale de *105 millions de tonnes*. Ce sont ces 105 millions que M. Siemens affirme pouvoir être réduits, si on le veut sérieusement, de *50* millions de tonnes environ. — (Extrait des annales de la Société d'encouragement pour les sciences. Février 1874).

tualités, on ne soit l'interprète, en quelque sorte l'écho des idées et des tendances générales.

Ce remède, au plutôt cet expédient, nous semblerait pouvoir se trouver, au moins jusqu'à plus amples investigations, dans l'installation, sur quelques locomotives, d'un organe supplémentaire permettant à la machine de *faire de l'eau* sur sa route, partout où elle en trouverait. Une telle disposition, dont nous n'indiquons bien entendu que le principe sans entrer dans les détails, offrirait, au point de vue des opérations militaires, un double avantage qui ne sera pas contesté. Non-seulement on aurait ainsi pourvu à l'éventualité si grave de la destruction soudaine des réservoirs ou des conduites d'eau permanents; mais, autre et non moins fructueuse conséquence de la mesure, on possèderait, en cas de retraite et de reploiement le long d'une *ligne de communication* ferrée, la précieuse latitude de mettre, sans grands labeurs, cette ligne hors de service pour l'ennemi, et de couvrir un mouvement parfois momentané, sans accumuler les ruines derrière soi, sans s'interdire la possibilité d'un retour prochain. La destruction des réservoirs d'eau serait, en effet, la seule et plus efficace corvée de destruction à exécuter.

Il est clair que l'installation, ainsi motivée, d'une *pompe à eau* ne serait point un dispositif à appliquer à toutes les locomotives. Chaque ligne stratégique serait tenue simplement d'avoir une certaine proportion, 1/4, 1/3, de ces locomotives, plus spécialement réservées alors pour le service de guerre (1), mais dont le service ordinaire de paix ne ferait qu'un usage modéré et sagement réglementé.

(1) L'idée de ces *locomotives à pompe* appartient exclusivement à M. le chef de gare de Constantine (M. Plait), dont le bienveillant concours nous a été plus d'une fois utile pour l'acquisition des documents techniques. *Suum cuique.*

MATÉRIEL ET CONSTRUCTIONS FIXES.

Nous renouvelons ici l'observation *préventive* déjà présentée plus haut. Il est clair que ce n'est point dans une note incidente, avec une égale insuffisance des matériaux et de la compétence nécessaires, que nous prétendrions aborder, sous ses faces multiples, cette grosse question du *matériel fixe* des voies ferrées militaires. Ici, comme précédemment, notre rôle, plus modeste et moins téméraire, se bornera à l'examen critique de quelques points particuliers où le *profane* peut se risquer sans trébucher; à l'exposé de quelques *désidératums*, où les spécialistes et les ingénieurs trouveront peut-être, sans déroger, à faire un triage utile.

Nous revenons, en premier lieu, sur notre hypothèse déjà plusieurs fois émise de grandes *gares militaires* à échelonner le long de nos principales lignes ferrées stratégiques. L'organisation actuelle de nos forces armées en groupes régionaux (1) indique la loi naturelle et en quelque sorte forcée, suivant laquelle devrait être distribué cet échiquier des stations désormais indispensables au fonctionnement du système. Chaque circonscription territoriale de corps d'armée devrait, suivant nous, posséder sa gare stratégique. Ce serait pour le Corps, le centre abondamment pourvu de tous les moyens de concentration et d'expédition rapides; ce serait en outre, pendant le cours des opérations, le centre de recrutement et de ravitaillement, d'où convergeraient sans cesse et régulièrement vers chacune de ces unités éloignées tous les éléments d'entretien. Si l'on objecte que l'étendue actuelle de notre réseau ferré et surtout sa distribution ne sauraient procurer toujours les rayonnements nécessaires,

(1) Nous voulons parler, bien entendu, du nouvel ordre institué par les décrets des 28 et 29 septembre 1873, décrets portant, comme on sait, création de *dix-neuf* corps d'armée, dont dix-huit répartis sur le territoire de la France et *un* pour l'Algérie.

pour permettre l'exécution de la mesure dans quelques-unes des dix-huit circonscriptions, nous n'y contredisons point, sous la réserve que l'argument, valable aujourd'hui, ne serait plus demain, qu'une fin de non-recevoir absolument inadmissible. Rien n'autoriserait, en effet, à préjuger aussi timidement de l'avenir ; à tenir la situation actuelle pour un *statu quo* indéfini. Ce n'est point une génération qui s'est créé, en moins de trente ans, plus de *seize mille* kilomètres de grandes voies ferrées (sans compter les petits réseaux secondaires) ; ce ne sont point en vérité les hommes qui ont entamé et poursuivent tous les jours le mouvement avec cette infatigable activité, qui iraient ainsi rêver pour leurs descendants l'inertie, l'immobilité !... Il est plus rationnel, plus conforme à la nature des choses de compter sur un développement incessant, auquel notre nouvelle organisation militaire viendra même imprimer un redoublement d'énergie, et que les besoins du commerce suffiront toujours au surplus pour provoquer au moment opportun (1).

Le postulatum d'une grande gare de *concentration et d'expédition* par circonscription territoriale doit donc être admis sinon comme une réalité imminente, au moins comme un projet désormais à l'abri des sophismes économiques ou des fluctuations budgétaires. Nous allons tenter de passer en revue quelques-uns des nombreux problèmes soulevés par l'organisation de ces importantes stations militaires.

(1) Si l'on observe, à la vérité, la carte de notre réseau ferré avec quelque attention, on s'assure qu'un nombre assez considérable de circonscriptions territoriales militaires sont assez médiocrement pourvues. Nous citerons parmi les moins favorisées, quelques circonscriptions du centre et de l'Ouest, dont les chefs-lieux sont : *Clermont* (13e), *Angoulême* (12e), *Poitiers* (9e), *Rennes* (10e), *Nantes* (11e), *Castres* (16e), *Tarbes* (18e), sont à peine traversés par *une* ou *deux* lignes, et pour lesquelles la *densité* du réseau est inférieure à *3 ou 400* kilom. (quand la moyenne générale dépasse *900* kilom.).

Une telle situation, évidemment nuisible à tous les intérêts, ne saurait persister sans danger pour la sécurité du pays comme pour sa prospérité. De telles lacunes dans son *appareil* commercial et militaire ne comportent point d'ajournement.

Il leur faudra, en premier lieu, et en dehors des différents locaux techniques particuliers à tous les établissements de ce genre (bâtiment des voyageurs, magasins, hangars de marchandises, remises de machines ou de véhicules, ateliers, etc.), il leur faudra un ensemble de bâtiments spéciaux appropriés au service de la guerre. Ces bâtiments, auxquels les Allemands avaient songé fort prudemment depuis des années, font à peu près défaut dans nos gares actuelles. Ce n'est qu'à l'aide des plus grands efforts, des combinaisons les plus laborieuses, à l'aide d'*expédients*, en un mot, qu'on est parvenu fort imparfaitement d'ailleurs, à tourner la difficulté ; problème ingrat, s'il en fut, et qui ne put être résolu, malgré le zèle des compagnies, qu'au détriment de deux conditions indispensables à d'aussi vastes opérations : l'*ordre* et la *célérité*. Il y a donc de ce chef une lacune considérable à combler. Nous en indiquons les principaux éléments, dont toute administration militaire soucieuse de l'avenir et de sa responsabilité ne saurait décliner l'urgence :

Bâtiments-abris — Pour le personnel momentanément concentré et non susceptible d'être *immédiatement* embarqué.

Ces bâtiments devront être aménagés de manière à pouvoir, bien entendu, servir à l'*alimentation* des corps de passage.

Magasins-docks — Une première catégorie destinée à l'emmagasinement *permanent* ou *transitoire* de tous les objets nécessaires à l'approvisionnement et à l'équipement d'un corps d'armée mis en campagne, ainsi qu'à l'entretien de ce service complexe.

Une deuxième catégorie *séparée* et réservée pour toutes les munitions de guerre, pour l'armement, etc.

Ambulances	Cette catégorie nécessaire surtout pour les gares stratégiques échelonnées le long des frontières et voisines des théâtres d'opérations présumables.

Nous avons groupé, dans les trois catégories énoncées, l'ensemble des services les plus importants, sans songer assurément à la prétention d'avoir épuisé, dans cette première ébauche, le programme complet des exigences que révèlera graduellement le nouvel ordre de choses. Nous estimons, en tous cas, qu'on peut à ce sujet se contenter d'une simple énumération, et qu'il est heureusement superflu de plaider plus longuement en faveur d'une thèse où les contradicteurs seraient de bien surprenantes exceptions.

Nous ajouterons cependant, à l'égard de la mise à exécution plus ou moins présumable d'un semblable programme, une réserve dont on saisira sans peine toute l'importance budgétaire. Les grandes gares militaires, dont nous nous occupons en effet, et dont nous avons déjà préconisé à différentes reprises le principe (notamment au Livre I), seront loin d'exiger partout des constructions nouvelles, en un mot, des *créations de toutes pièces*. Bon nombre de nos artères ferrées principales possèdent déjà, même en quantité plus que suffisante, dans leurs gares d'embranchements, de dépôts, etc., des spécimens presque accomplis de ce qu'il faudrait au service de la guerre. Quelques acquisitions de terrain, quelques additions de bâtiments, en d'autres termes des mesures complémentaires et souvent fort secondaires d'aménagement, seront les seules dépenses qu'exigera, pour les lignes ainsi pourvues, l'appropriation de chaque établissement désigné à sa double mission civile et militaire. Nous pensons qu'en somme l'étude consciencieuse de la question n'aboutirait à la demande de créations nouvelles, en supposant l'application du système à tout le territoire, que pour un nombre relativement restreint de circonscriptions militaires.

Il convient en outre d'observer, que la nature même des constructions réclamées pour la guerre serait loin de les laisser absolument stériles pour la paix. N'est-il point évident, en effet, que les bâtiments rangés sous la rubrique de *magasins-docks* seraient, dans notre hypothèse, les locaux tout désignés pour servir de dépôts à tous les approvisionnements de guerre dont il est reconnu avantageux de pratiquer la centralisation, notamment à ces réserves de vivres : *biscuits*, *conserves de viandes*, *salaisons*... dont le principe désormais consacré a déjà reçu, partout où la chose est possible, un commencement d'exécution ? Or, il est notoire que la place manque actuellement dans la plupart de nos centres militaires pour emmagasiner les stocks devenus nécessaires aux nouveaux effectifs ; notoire également qu'il y aura tôt ou tard mise en demeure de procéder à l'édification de constructions spéciales. Ne serait-ce point, dès-lors, l'occasion naturelle de tirer de ces dépenses inévitables un double résultat, et d'installer du premier coup, dans les gares centrales, les magasins permanents, les dépôts de la paix comme ceux de la guerre (1) ? On objectera peut-être qu'une telle concentration des réserves alimentaires en rendrait singulièrement difficiles et onéreuses les distributions périodiques aux différents corps répartis dans toute l'étendue de la circonscription, et qu'à vouloir ainsi faire une économie de premier établissement, on s'exposerait à l'inconvénient de frais constamment renouvelés, partant plus considérables. On dévine notre réponse, ou plutôt l'explication propre à dissiper ces appréhensions.

(1) Est-il besoin de rappeler l'importance fort légitime que le ministre attache à la constitution, à la conservation et au *renouvellement périodique* opportun de ces réserves de vivres. Une circulaire ministérielle récente (23 février 1874), vient encore de provoquer sur ce sujet, l'incessante attention de l'administration de l'Intendance et d'insister sur les méthodes rigoureuses à suivre pour les distributions et les remplacements périodiques de ces précieuses ressources. C'est là, au surplus, le *nerf* de toute mobilisation rapide.

Il est assurément bien entendu, que la création des magasins centraux dans les gares stratégiques n'impliquerait point, dansnotre idée, la suppression absolue des dépôts secondaires existants ou à établir dans les différents centres de garnison. Rien ne saurait évidemment suppléer l'indispensable office de ces dépôts, auxquels le service des distributions courantes impose des conditions d'emplacement, d'aménagement et de contenance parfaitement définies. Ce sont, en un mot, les *succursales* obligées des grands magasins, succursales qui doivent avant tout se trouver à proximité des rationnaires, et avoir des contenances proportionnées à leur éloignement du centre. Nous insistons seulement sur une observation, suivant nous capitale et qui rentre directement dans notre sujet ; c'est que la position naturelle, en quelque sorte forcée des docks centraux sera toujours celle dont nous avons fait l'hypothèse ou exprimé le *désidératum*. Dans la gare stratégique du corps d'armée, à un *nœud* d'embranchements ferrés, le service d'alimentation et d'expéditions, le rayonnement vers les succursales n'exigeraient plus, pourrions-nous dire, qu'une somme de travail et de dépenses réduite à son minimum *idéal*. Tous les services administratifs, de comptabilité, d'entretien, de surveillance, d'autre part, gagneraient certainement à leur tour à cette concentration méthodique, concentration dont la voie ferrée seule est susceptible d'autoriser la conception comme de permettre la réalisation.

Il est un second point de l'aménagement intérieur de nos grandes gares, que les expériences, on pourrait dire les tristes *écoles* de la dernière guerre signalent expressément à tout critique consciencieux. Nous voulons parler de l'ensemble des moyens matériels nécessaires à la formation même des trains, et non point seulement à leur formation proprement dite, mais encore à leur prompte et régulière expédition, à leur chargement et déchargement, à leur garage, remisage momentanés, etc. Toutes opérations qui exigent l'exactitude et la surveillance portées jusqu'à la minutie, et pour lesquelles l'imprévoyance ou la négligence ne manquent de tourner au plus irréparable désordre. Pourrions-nous jamais

oublier ces nombreux épisodes, cette lamentable légende de 1870-71, où les gares engorgées, le matériel *en souffrance* sur des voies inabordables au chargement, l'activité la plus fiévreuse aboutissant misérablement à l'*immobilité*, ont été les incidents habituels de nos premiers mouvements stratégiques comme de nos combinaisons *in extremis?* Combien, parmi nos camarades, seront longtemps encore hantés par le poignant souvenir de ces déceptions, de ce désespoir véritable qu'on éprouvait, investi d'une mission urgente, à se trouver soudain en face de quelque gare ou inabordable ou inutilisable? *Obstruction* momentanée ou *pénurie* de ressources. Fatal refrain qui doit être pour nous l'ineffaçable « *caveant* » de l'avenir.

Les causes de cet incontestable et si funeste désarroi étaient assurément fort complexes, et les impédimentums matériels sont loin d'y avoir joué le rôle principal. Nous n'avons point hésité nous-même à signaler, quand il le fallait, les erreurs ou les fautes, à faire la part des responsabilités. Mais cette réserve faite, il n'en est pas moins avéré que les lacunes matérielles, l'insuffisance de ressources particulières à la plupart de nos grandes gares pour l'accomplissement de leur tâche militaire, constituent une situation à modifier à tout prix; une situation dont la persistance une deuxième fois tolérée, compromettrait l'issue des plus habiles combinaisons.

Nous examinerons successivement la question des *quais* et la question des *voies* nécessaires dans une grande gare stratégique, et nous essaierons de formuler, dans la mesure de nos forces, sauf l'appel indispensable aux spécialistes compétents, la somme des exigences imposées par ces deux éléments essentiels du service d'expédition.

Quais. — Nous estimons que la sécurité comme la régularité du service indiquent pour ces constructions fixes une disposition naturelle ou plus justement, *forcée*, la division en trois catégories auxquelles nous attribuons les affectations suivantes :

1° Quai pour l'embarquement et le débarquement du *personnel* (hommes à pied exclusivement) ;

2° Quai réservé au *matériel* roulant des batteries, des équipages de combat (véhicules et chevaux), à la *cavalerie*, aux bestiaux, etc.;

3° Quai exclusivement affecté aux *munitions* de guerre de toutes natures, voitures des parcs avec leurs attelages, caisses ou barils de cartouches et de poudres, projectiles et artifices divers.

L'assiette de ces trois catégories principales, qui n'excluent point évidemment un certain nombre d'annexes secondaires, ne saurait être en principe soumise à des règles fixes. C'est une question naturellement subordonnée à la configuration générale des terrains dont on dispose, et surtout à la nature des abords, au nombre des débouchés de la gare. S'il pouvait se rencontrer toutefois, un concours de circonstances tel que l'installation première fût entièrement à la discrétion des ingénieurs, nous sommes loin de penser que toute disposition fût indifféremment admissible. Sans prétendre préjuger ce qu'enseigneraient à cet égard l'observation et la pratique, nous indiquerons, pour ces cas particuliers, comme première ébauche d'assiette, celle qui consisterait à tenir d'une part, suivant l'habitude, les quais du *personnel* dans l'intérieur même de la gare, puis au-dessus ou au-dessous, mais chacun sur un côté différent de la voie, les quais du *matériel* et les quais des *munitions*. Ces derniers formeraient *expressément*, avec leurs voies de service, un groupe à part, ainsi que nous le rappellerons plus bas, et comme un *département particulier* de l'exploitation.

Le même vague ou plutôt le même arbitraire n'existe point évidemment pour les dimensions à assigner aux quais des trois catégories. Cet élément du problème se trouve presque rigoureusement déterminé par les proportions du travail à effectuer, par l'étendue et par la succession des trains à organiser, à expédier. Voici quels seraient, suivant nous, les chiffres moyens dont il conviendrait de se rapprocher

soit par des additions aux gares existantes qui l'exigeraient, soit par des constructions neuves :

1° *Quai du personnel.* — Il lui faut au minimum une étendue susceptible de *border* sur toute leur longueur deux trains de troupes, un train *en partance*, un second train prêt à lui succéder. Soit en conséquence un total de *600* mètres environ qui pourraient être, bien entendu, répartis par moitié de chaque côté de deux voies de service parallèles.

2° *Quai du matériel.* — Il lui faut, sur son côté principal (parallèle à la voie) un développement suffisant pour le chargement d'un train complet *tout formé*. Soit environ *300* mètres. De plus, comme ce quai doit avoir, en outre, une certaine profondeur, présenter, en un mot, une superficie capable de contenir en moyenne, soit 2 ou 3 batteries, soit 2 ou 3 escadrons stationnant, etc., on aura soin d'organiser les *côtés* ou les retours de la même manière que la face principale. Ces côtés présenteront ainsi un développement de quelques *150* mètres (60 à 70 mètres chacun), propres à préparer simultanément le chargement du demi-train suivant.

3° *Quai des munitions.* — Organisation analogue à celle du précédent, sauf peut-être des dimensions un peu moindres pour la superficie. Des côtés de *30 à 40* mètres seraient suffisants. Mais c'est une question trop directement subordonnée à la nature, à la forme du matériel et des colis, pour qu'on puisse y rien préciser avec détails.

Tel serait l'ensemble des quais qui nous paraissent désormais indispensables, pour assurer la régularité, la célérité d'une *expédition* militaire demandant quelques jours de travail continu.

Voies. — Cette question des diverses voies de service d'une grande gare doit être traitée avec d'autant plus d'attention, résolue avec d'autant moins de parcimonie, qu'elle frappe moins vivement l'esprit des personnes étrangères au métier, et qu'on oublie trop aisément ce caractère tout particulier des véhicules pour voie ferrée, de ne pouvoir absolument circuler que sur des rails, et de ne représenter, en l'absence de ces voies spéciales, qu'un matériel parfaitement inutile. Cette observation, que nous n'aurions pas l'ingénuité de rappeler à des praticiens ou à des ingénieurs, ne sera point dédaignée de la majorité de nos lecteurs ; elle nous tient tout d'abord en éveil sur l'importance d'un réseau de service largement conçu dans nos gares; elle nous fait comprendre comment à développer, à prodiguer même ces précieuses ressources, on peut récupérer au centuple, par la rapidité et la régularité du travail journalier, les dépenses de premier établissement.

Nous allons tenter sur cette question et sans nous préoccuper d'ailleurs des besoins du trafic au point de vue *civil*, une ébauche de *désidératums* semblable à ce que nous venons de faire pour les quais. Nous conserverons évidemment la même classification en trois groupes.

1° *Personnel.* — Une *voie de départ* le long du quai d'embarquement, pour un train complet	*300* mètres
Une *voie de stationnement* le long du second quai, pour le second train attendant	*300* —
Une voie de *formation de train* pour le troisième train à suivre	*300* —
Branchements de communication avec la *voie de remise*, et diverses annexes aiguillées	*200* —
Total pour le *personnel*	*1,100* mètres

2° *Matériel et animaux.* — Une voie le long du quai de chargement, pour un train tout formé	*400* mètres
Une voie de stationnement pour un train formé et chargé en partance...	*300* —
Une voie de formation pour un troisième train attendant	*300* —
Voies des côtés du quai, branchements de raccord, amorces aiguillées, etc.....	*400* —
Total pour le *matériel*....	*1,400* mètres
3° *Munitions.* — Un ensemble un peu inférieur, mais analogue au précédent, soit un total de.....	*1,000* mètres

A ces trois catégories, concernant exclusivement l'expédition, le *mouvement*, il convient d'ajouter tout ce qu'exige la *station* : voies de remisage (pour wagons vides et pour trains chargés expectants), de visite du matériel, de réparation, etc., soit :

Voies de remisage	Pour matériel non chargé, en provision, environ *200* véhicules.	1,600 mètres
	Pour trains chargés de vivres, munitions, divers, 3 ou 4 trains	1,200 mètres
Voies de visite et de réparation	.....	500 mètres
	Total pour le stationnement....	3,200 mètres

N'oublions point enfin le service des *retours* et des arrivages, celui des déchargements (ambulances, objets réformés ou pris à l'ennemi, etc.). Nous lui attribuerons *en bloc* un total de *2,000* mètres.

En totalisant les chiffres énumérés plus haut, on arrive à

une somme de *8,700* mètres, somme à laquelle viennent s'ajouter, bien entendu, toutes les voies partielles, placées dans l'intérieur des magasins, courant le long de ces bâtiments ou des ateliers, et enfin la *voie de service* des machines. Par où l'on voit que l'ensemble ne s'élèverait pas, selon toute probabilité, à moins de *10 à 11 kilomètres*.

Dix à onze kilomètres de voies de service, impliquant à leur tour une superficie occupée de plus de *trois hectares*. Voilà, trouvera-t-on peut-être, un *ultimatum* de chiffres fort élevés, si l'on envisage surtout la valeur relativement considérable des terrains habituellement réservés pour de semblables installations. Mais, préoccupations irrationnelles, ne cesserons-nous de répéter, timidités aussi dangereuses qu'intempestives, dont il faut virilement se dégager, si l'on veut sérieusement *rompre le charme*, et se préparer aux luttes de l'avenir avec toutes les chances humainement possibles.

Nous ajouterons, pour terminer, que l'organisation des grandes gares stratégiques, *initiales* ou *terminales*, ne doit point faire oublier la question non moins urgente des stations intermédiaires. Ces établissements secondaires, mais indispensables, ne serviront point sans doute pour les expéditions considérables, pour les embarquements de corps nombreux. Les circonstances de guerre, les mouvements stratégiques, les désigneront toutefois fréquemment comme succursales fort utiles des grandes gares, soit pour une concentration tactique partielle, soit pour l'embarquement rapide de quelque détachement isolé. C'est à ce propos qu'il convient d'appeler une fois de plus l'attention sur l'état d'aménagement plus ou moins défectueux de ces établissements auxiliaires.

Un point important entre tous est celui qui concerne l'embarquement des animaux, en première ligne l'embarquement de la cavalerie. Cette opération n'est point, en effet, de celles qu'on puisse improviser et mener en quelque sorte au *pied-levé*. Nous n'insisterons pas sur les nombreuses déceptions qu'a occasionnées dans la dernière guerre cette

façon de concevoir les choses, cette assurance malheureuse qu'on affectait souvent à vouloir aborder, « *pour les débrouiller* », d'insurmontables difficultés. Le fait est que, pour le cas particulier dont il s'agit, on a trop oublié qu'un embarquement de chevaux ne peut s'exécuter qu'*avec des quais ou avec des machines spéciales.* Que partout où ces deux genres de ressources faisaient défaut, l'opération devenait sinon impraticable, au moins absolument compromise dans sa condition essentielle, la célérité. La conclusion de ces justes réflexions serait-elle, d'autre part, que toutes ces annexes échelonnées le long d'une voie stratégique dussent être, petites ou grandes, également pourvues de toutes les constructions fixes, dont nous venons de reconnaître la nécessité pour les têtes de ligne; que la seule solution possible au problème posé se trouvât dans une profusion onéreuse de ces ressources, profusion si visiblement disproportionnée avec l'usage intermittent qu'on en ferait? Nous ne le pensons pas, et nous tenons au contraire comme certain qu'une étude consciencieuse de ces questions secondaires ferait aisément parvenir, sous la condition d'efforts continus, à plus d'une combinaison réunissant à la fois l'économie et l'efficacité (1). C'est d'ailleurs et au premier chef un problème technique pour lequel nous ne doutons point que nos ingénieurs et nos praticiens ne soient depuis longtemps peut-être en mesure de répondre au premier appel du Pouvoir.

(1) Dans les gares où les quais d'embarquement font totalement défaut, nous proposerions l'étude d'un engin particulier, analogue à la *petite chèvre de tranchée* de l'artillerie. Il ne serait pas fort difficile, croyons-nous, d'imaginer dans ce genre, une petite machine élévatoire, qui n'aurait après tout qu'à soulever, à un mètre de hauteur, des fardeaux fort modérés de 800 à 1,000 kilog. (un cheval pèse 600 à 700 kilog.).

Nous recevons à l'heure où nous écrivons ces lignes (janvier 1874) d'un ami chercheur opiniâtre et souvent heureux, M. Dietz (ingénieur de la ligne de l'Est), avis que le problème de *l'embarquement rapide et improvisé de la cavalerie* serait actuellement résolu sur la ligne de l'Est d'une façon satisfaisante.

Nous avons terminé cette série d'examens sommaires, ou plus justement, ces fragments d'enquête sur quelques-uns des points les plus importants que nous avions particulièrement à cœur de signaler à l'étude générale. Nous avons exposé, sur des matières parfois un peu abstraites, mais en quelque sorte transfigurées par l'urgence solennelle de notre situation, nous avons risqué en toute sincérité quelques idées personnelles. Le plus souvent, toutefois, nous sommes resté l'écho consciencieux aussi exact que possible des organes les plus autorisés de l'industrie et de la science. Notre élaboration nous a conduit, en quelques points, à tracer le programme de certains *désidératums*, à tenter l'ébauche de divers systèmes selon nous fructueusement applicables. Nous ne prétendons en ceci à d'autre satisfaction qu'à celle d'une critique sérieuse, à d'autre bénéfice qu'à celui d'être impartialement discuté. S'il arrive alors que nos propositions paraissent défectueuses, qu'on les corrige ; si incomplètes, qu'on les développe. Si rien enfin ne devait tenir devant une analyse rigoureuse, eh bien ! *qu'on fauche le tout,* pourvu qu'on trouve autre chose et qu'on avise au plus tôt.

L'important est que le système de l'avenir, d'où qu'il vienne, puisse tenir debout, fonctionner et réaliser nos légitimes espérances, au jour suprême..... qu'attend la France mutilée.

FIN.

ERRATUMS

Page 18, ligne 28, lisez : FRAPPER, au lieu de : *frappait.*
— 40, — 29, — SES, au lieu de : *les.*
— 55, — 10, — SHERMANN, au lieu de : *Shermone.*
— 66, — 6, — LE, au lieu de : *la.*
— 100, — 28, — KEHL, au lieu de : *Khel.*
— 140, — 2, — FROTTEMENT, au lieu de : *roulement.*
— 141, — 15, — ROUES DENTÉES ORDINAIRES, au lieu de : *roues ordinaires.*
— 156, — 4, — CERTAIN NOMBRE, au lieu de : *nombre certain.*
— 182, — 21, — TOUTEFOIS, au lieu de : *parfois.*
— 304, — 29, — WOOLWICH, VAVASSEUR, au lieu de : *Woolwiche, Vavasseuc.*
— 336, — 29, — LIGNE A DEUX, au lieu de : *ligne de deux.*

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

AVERTISSEMENT 1

LIVRE I.

EXPOSÉ RAISONNÉ DE LA QUESTION MILITAIRE.

§ 1er. — GUERRE DE CAMPAGNE 7

A. — Formation et transport des armées 7

B. — Transport du matériel et des munitions 24

C. — Convoi de vivres et équipages divers 45

Conclusions du § 1er 75

§ 2. — GUERRE DE SIÉGE 81

D. — Défense 85

a). — Places centrales 85

b). — Pivots stratégiques 99

E. — Attaque 108

LIVRE II.

EXPOSÉ THÉORIQUE ET TECHNIQUE.

Pages.

AVERTISSEMENT 133

§ 1er. — PUISSANCE TRACTIVE 137

1). — Force de la locomotive 138

2). — Profils de la voie 146

3). — Vitesse de marche 151

Examen sommaire des formules 158

Examen et discussion de la formule (A) 164

Tableau I 169

Tableau II 176

Contrôle des formules par le *Travail* de traction 179

§ 2. — RÉGIME DE CIRCULATION 189

Documents allemands 190

Documents italiens 195

Documents français 198

Résumé et Tableau III 208

Tableau IV (tares de chargements militaires) 213

§ 3. — COMPOSITION ET EXÉCUTION DES TRAINS MILITAIRES (RÉGION DE PLAINE) 215

Unités tactiques élémentaires 217

Unités tactiques supérieures 224

§ 4. — PARALLELE ENTRE LES ROUTES ET LES VOIES FERRÉES 239

Temps de formation des trains militaires 243

Discussion. — Ligne à deux voies. — Tableau V 250

Ligne à une voie. — Tableau VI 262

Pages.

§ 4 *bis* — Région de montagnes 269

Tableau VII 275

Résumé synthétique 277

LIVRE III.

NOTES DIVERSES.

Avertissement 285

Note A. — Sur les opérations de l'armée du Rhin 287

Note B. — Considérations sur la tactique de l'Artillerie 291

Note *a*. — Approvisionnements et consommation en munitions de l'artillerie 311

Note *b*. — Organisation des *Défenses* éloignées des places 315

Note *c*. — Réseau des pivots stratégiques des frontières N. et N.-E.. 330

Note *d*. — Sur les équipages de siége 343

Note *e*. — Sur l'établissement des formules de traction 347

Note *f*. — Sur la Cavalerie 351

Note *g*. — Sur l'organisation des grandes gares militaires 361

CONSTANTINE. — IMPRIMERIE L. MARLE.